



OPEN WATER DIVER

SPANISH - ESPAÑOL



¡Te llevamos donde quieras ir!



- Night Diver
- Deep Diver
- Kayak Diver
- Gas Blender
- Cavern Diver
- Dry Suit Diver
- Equipment Care
- Navigation Diver
- Drift & Boat Diver
- Full Face Mask Diver
- Lion Fish Ecology Diver
- Underwater Photography
- Master Buoyancy & Trim Diver



Save the Oceans



Interactivo:



Este ícono indica un Link:
haz click en él para activarlo.



www.scubasnsi.com

SNSI Open Water Diver – Spanish

Copyright © 2000 - 2021 - Rev.07 Febrero 2021

Publicado por:

SNSI - Evolution Training LLC

www.scubasnsi.com

info@scubasnsi.com

Text: SNSI

Graphic Design: Alessio Dallai

Traducción y Adaptación al Español: Claudia Pastorino

Este texto es una parte integral de un sistema educativo propiedad de SNSI. Ningún componente del sistema educativo puede reproducirse o transmitirse por ningún medio electrónico o mecánico, incluido el cine, la radio, la televisión y la fotografía, sin la autorización por escrito de SNSI.

Marca registrada.

Prohibida su reproducción, incluso parcial.

Importante:

El material didáctico por sí solo no constituye un curso SNSI Open Water Diver completo. Para realizar inmersiones como buceador es absolutamente necesario realizar un curso completo bajo la guía de un Instructor SNSI y ser evaluado como apto para recibir la certificación SNSI Open Water Diver.

CURSO Y CERTIFICACIÓN

SNSI es una Agencia Educativa extendida y reconocida en todo el mundo. Los cursos de SNSI están certificados de acuerdo con la ISO (International Organization for Standardization) y los estándares internacionales WRSTC (World Recreational Scuba Training Council) del que SNSI es miembro.

CERTIFICACIÓN SNSI OPEN WATER DIVER

La certificación que obtienes al completar tu formación **SNSI Open Water Diver** cumple y supera los estándares de seguridad y calidad reconocidos mundialmente, por lo que es reconocida en todo el mundo y te habilita para bucear hasta una profundidad de 18 metros/60 pies.

El curso de formación consta de tres sesiones:

- Las **Sesiones Académicas**, que implica el estudio de los materiales educativos y la participación y finalización de las lecciones teóricas con tu Instructor SNSI o -alternativamente- a través de la plataforma SNSI E-Learning (si está disponible en tu país).
- Las **Sesiones Prácticas de Aguas Confinadas**, que implican aprender a utilizar el equipo de buceo y los procedimientos relacionados al mismo.
- Las **Sesiones Prácticas de Aguas Abiertas**, que prevé la consolidación de lo aprendido en las Sesiones Prácticas en Aguas Confinadas y la finalización de la formación para convertirte en buceador autónomo.

CERTIFICACIÓN SNSI JUNIOR OPEN WATER DIVER

Los participantes de entre 10 y 14 años obtendrán la certificación SNSI Junior Open Water Diver, con la que podrán bucear en pareja con un adulto certificado. Para aquellos que tengan entre 10 y 11 años, la profundidad máxima que se puede alcanzar es de 12 metros/30 pies.

OPCIONES PARA EL CURSO SNSI OPEN WATER DIVER

El curso SNSI Open Water Diver ofrece la posibilidad de tomar dos opciones adicionales:

- **Dry Suit** para el uso del Traje Seco.
- **Nitrox 32** para el uso de esta mezcla.

Sólo quienes sean mayores de 16 años pueden optar por estas opciones y deben completar la formación adicional requerida para su obtención.



APP GRATUITA



MySNSI

MySNSI es tu Pasaporte Subacuático.

DIVELOG DIGITAL

Registra tus inmersiones, tanto de entrenamiento como de diversión, geolocaliza el lugar de la inmersión, introduce todos los datos (tiempo, profundidad, guía, compañero, centro de buceo, etc.), adjunta una foto y, si quieres, compártela en tus redes sociales. Tu DiveLog, con todas tus inmersiones, estará siempre contigo, como prueba de tu experiencia y para recordarte las aventuras que viviste con tus amigos.

CREDENCIALES

Cada vez que completes un curso, además de la tarjeta de plástico (si está disponibles en tu área), recibirás la credencial en formato digital en la App. Tus credenciales estarán siempre contigo y no correrás el riesgo de olvidarlas en casa.

CHECK LIST

Una práctica lista de equipo -personalizable- te ayudará a recordar que debes llevar todo lo que necesitas antes de salir a bucear.



My SNSI
scubasnsi.com

Todas las instrucciones para descargarla, registrarte y utilizarla.



SNSI MediaHub

SNSI MediaHub es tu Biblioteca Subacuática.

TU BIBLIOTECA DE BOLSILLO

Una biblioteca con todo el material didáctico de los cursos SNSI en una versión totalmente interactiva. Podrás descargar el material de este curso de SNSI y de otros cursos de SNSI en los que sientas interés: de forma gratuita, sin ningún compromiso y sin necesidad de registrarse.

Una vez descargados en su dispositivo, los materiales también estarán disponibles sin conexión: no será necesaria ninguna conexión posterior. Esto te permitirá consultarlos donde quieras: en un crucero de buceo en medio del mar, en una playa exótica en la otra punta del mundo, o en un avión de camino.



MEDIAHUB SNSI
scubasnsi.com

Todas las instrucciones para descargarla y utilizarla de inmediato.



Click aquí
para ir a la Página

CAPÍTULO 1: EQUIPO DE SNORKELING

01. INTRODUCCIÓN	9
02. LA MÁSCARA.....	9
03. EL SNORKEL.....	13
04. TRAJES PROTECTORES.....	17
05. SISTEMA DE LASTRES.....	19
06. EL CHALECO DE SNORKELING	21
07. COLOCARSE EL EQUIPO DE SNORKEL.....	22
FULL FACE SNORKELING MASK	23
08. ENTRAR AL AGUA	24
09. LA SALIDA	26
10. CONCLUSIONES	26

CAPÍTULO 2: EQUIPO SCUBA

01. INTRODUCCIÓN	29
02. EL BCD: CHALECO COMPENSADOR DE FLOTABILIDAD.....	29
03. EL TANQUE.....	33
04. EL REGULADOR.....	35
05. LA FUENTE DE AIRE ALTERNATIVA (FAA)	37
06. LOS INSTRUMENTOS SUBACUÁTICOS	38

INDICE

07. USO DEL EQUIPO SCUBA.....	41
08. ACCESORIOS PARA LA INMERSIÓN	46
09. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	49
10. CONCLUSIÓN	50

Apéndice CAPÍTULO 2: LA INMERSIÓN CON TRAJE SECO

01. INTRODUCCIÓN	53
02. ¿POR QUÉ UTILIZAR UN TRAJE SECO?	54
03. TIPOS DE TRAJE SECO.....	55
04. CARACTERÍSTICAS DEL TRAJE SECO	56
05. QUÉ LLEVAR BAJO EL TRAJE SECO	60
06. BUCEO CON TRAJE SECO.....	62
07. PROCEDIMIENTOS DESPUÉS DE LA INMERSIÓN.....	66
08. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO.....	66
09. CONCLUSIÓN	67

CAPÍTULO 3: FÍSICA DE LA INMERSIÓN

01. INTRODUCCIÓN	69
02. LA RESPIRACIÓN Y EL INTERCAMBIO GASEOSO	69
03. PRIMEROS AUXILIOS RESPIRATORIOS	72
04. LA FORMA FÍSICA Y LA INMERSIÓN	74
05. ADAPTACIÓN AL AMBIENTE SUBACUÁTICO	75

06. EFECTOS DEL AUMENTO DE LA PRESIÓN	78
07. COMPENSAR LA PRESIÓN	79
08. EFECTOS DE LA DISMINUCIÓN DE LA PRESIÓN.....	81
09. EL CUERPO HUMANO EN INMERSIÓN	82
10. PROCEDIMIENTOS DE ASCENSO	85
11. COMO RESPIRAR DE UN REGULADOR EN FLUJO CONTINUO	89
12. CONCLUSIÓN	90

CAPÍTULO 4: FISIOLOGÍA DE LA INMERSIÓN

01. INTRODUCCIÓN	93
02. MEZCLA DE GASES Y PRESIONES PARCIALES.....	93
03. LOS GASES SE DISUELVEN EN LOS LÍQUIDOS: LA LEY DE HENRY	95
04. EL NITRÓGENO Y SUS EFECTOS: NARCOSIS POR NITRÓGENO Y ENFERMEDAD POR DESCOMPRESIÓN	98
05. LAS TABLAS DE BUCEO	103
06. LA COMPUTADORA DE BUCEO	108
07. CÓMO USAR LA COMPUTADORA	109
08. LA COMPUTADORA DESPUÉS DEL BUCEO	113
09. ELEGIR LA COMPUTADORA DE BUCEO	115
10. PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD	116
11. OTRAS CONSIDERACIONES SOBRE LA ABSORCIÓN DE NITRÓGENO.....	117
12. CONCLUSIÓN	117

Apéndice CAPÍTULO 4: LA INMERSIÓN CON NITROX

01. INTRODUCCIÓN	121
02. QUÉ ES EL NITROX?	121
03. UN POCO DE HISTORIA	122
04. CÓMO SE ENRIQUECE EL AIRE	123
05. EQUIPO NITROX COMPATIBLE	125
06. ELEVADA PRESIÓN PARCIAL DE OXÍGENO	126
07. LA INMERSIÓN EANX.....	129
08. CONCLUSIÓN	130

CAPÍTULO 5: EL AMBIENTE ACUÁTICO

01. INTRODUCCIÓN	133
02. TEMPERATURA Y VISIBILIDAD	133
03. LAS OLA Y LA ROMPIENTES.....	135
04. LAS MAREAS Y LAS CORRIENTES.....	136
05. LA VIDA SUBACUÁTICA.....	137
06. UN POCO DE ECOLOGÍA.....	138
07. LOS PRINCIPIOS DE LA CLASIFICACIÓN.....	141
08. LOS AMBIENTES TROPICALES	156
09. CONCLUSIÓN	165

PROGRAMA DEL CURSO

EL CURSO SNSI OPEN WATER DIVER SE COMPONE DE AL MENOS:

- 5 Lecciones de Teoría.
- 5 Inmersiones en Piscina o Aguas Confinadas.
- 4 Inmersiones en Aguas Abiertas.

LAS LECCIONES DE TEORÍA TRATARÁN LOS SIGUIENTES TEMAS:

- Lección de Teoría Nro.1: Equipo de Snorkeling.
- Lección de Teoría Nro.2: Equipo SCUBA.
- Lección de Teoría Nro.3: Física.
- Lección de Teoría Nro.4: Fisiología.
- Lección de Teoría Nro.5: El Ambiente Acuático.

LAS INMERSIONES EN AGUAS CONFINADAS:

- Inmersión Nro.1: Ejercicios de Snorkeling.
- Inmersión Nro.2: Ejercicios de Scuba#1
- Inmersión Nro.3: Ejercicios de Scuba#2
- Inmersión Nro.4: Ejercicios de Scuba#3
- Inmersión Nro.5: Ejercicios de Scuba#4

LAS INMERSIONES EN AGUAS ABIERTAS:

- Inmersión Nro.1: Ejercicios Scuba#1 y Scuba#2
- Inmersión Nro.2: Ejercicios Scuba#3
- Inmersión Nro.3: Ejercicios Scuba#4
- Inmersión Nro.4: Inmersión recreativa.

OPCIONES DE FORMACIÓN ADICIONAL :

PARA LA OPCIÓN TRAJE SECO:

- Lección de Teoría Nro.2: Apéndice del Capítulo Nro.2 sobre uso de Traje Seco.
- Inmersiones: Utilizar Traje Seco en todas las inmersiones en Aguas Abiertas y Aguas Confinadas y realizar los ejercicios correspondientes.

PARA LA OPCIÓN NITROX 32:

- Lección de Teoría Nro.4: Apéndice del Capítulo Nro.4 sobre el uso de Nitrox 32.
- Inmersiones en Aguas Abiertas: realizar al menos dos inmersiones con Nitrox 32 (Opcionales).



Todos los Vídeos de los Ejercicios de este Curso están en el Canal de YouTube SNSI:
<https://www.youtube.com/user/SNSIchannel>



PREFACIO

Tu primera respiración bajo el agua será una experiencia que recordarás durante toda la vida. Descubrirlo con **SNSI** no será solamente fácil y divertido, sino que la conclusión positiva del curso significará haber obtenido el pasaporte para el Sexto Continente: una "certificación" gracias a la cual será posible que te sumerjas en todo el mundo, donde quiera que haya agua suficiente.

En los océanos, mares, lagos y ríos viven incalculables cantidades de animales acuáticos y formas de vida vegetal que te sorprenderán por su belleza. El encuentro con una bellísima manta, o el "descubrimiento" de un pequeño nudibranquio de colores vivos son eventos capaces de darte sensaciones inolvidables.

Desde tus primeras inmersiones experimentarás la grandiosa sensación de lo que es el buceo por sí mismo; planear sin peso en un cielo de agua, como un astronauta en el espacio.

El curso **SNSI Open Water Diver** te brinda la instrucción ideal para sumergirte, superar la frontera de la superficie y probar la fantástica sensación de vivir en "otro" mundo. Y todo esto con la máxima comodidad, gracias a los más modernos equipos y metodologías de buceo y con un objetivo siempre presente: la inmersión recreativa se hace por el placer de hacerlo, para ti mismo y para tus compañeros de aventura y descubrimiento, sin crear, ni provocar en los demás ni para tí mismo, problemas de inseguridad, de miedo, o peor aún: de peligro real.

SNSI ha creado este curso para los buzos modernos; por esto, desde un principio aprenderás las técnicas de inmersión y además de respirar aire comprimido tradicional, también podrás hacerlo con aire enriquecido en oxígeno: Nitrox, así desde el inicio conocerás las innumerables ventajas que ofrece la inmersión con esta simple mezcla.

Para obtener la certificación **SNSI Open Water Diver** tendrás que leer este manual, respondiendo las "Preguntas de Repaso" de cada capítulo y si tienes dificultad para responder, lee el capítulo nuevamente. Para obtener la certificación tendrás que aprobar un examen final de 50 preguntas de opción múltiple con un margen de error del 10%, si eliges la opción Nitrox las preguntas serán 70.

El vídeo te mostrará cómo realizar los ejercicios, y antes de realizarlos, el instructor te los mostrará.

Repetirás los ejercicios para que al final del curso hayas adquirido la capacidad de realizarlos de forma instintiva y con tranquilidad, demostrando que conseguirás la certificación **SNSI Open Water Diver** que te permite bucear hasta una profundidad de 18 metros/60 pies, dentro de la curva de seguridad, en pareja con un compañero, ya sea certificado a tu nivel o superior.

¡Buen trabajo y diviértete!

-12m
-40ft



-51m
-170ft

-18m
-60ft



-60m
-200ft

-30m
-100ft



-72m
-235ft

-39m
-130ft



-90m
-295ft

-45m
-150ft



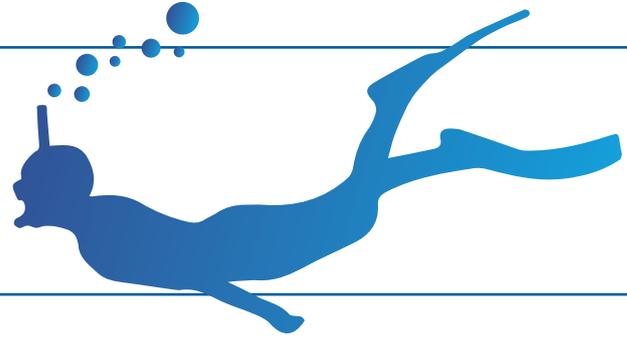
NO
Limits

¡Te llevamos donde quieras ir!



CAPÍTULO 1:

EQUIPO DE SNORKELING



01. INTRODUCCIÓN

Ver, Nadar, Respirar son los tres actos fundamentales que deben ser posibles para divertirse buceando. Bucear significa adentrarse en un mundo completamente nuevo, diferente al que es nuestro entorno natural, para ello necesitaremos utilizar equipos que nos permitan permanecer cómodamente bajo el agua.

Los equipos de buceo se clasifican en:

- **Equipo para Snorkeling**, que permite a los humanos bucear mientras contienen la respiración y subir a la superficie tan pronto como se sienta la necesidad de una nueva inhalación.
- **Equipo SCUBA**, el cual, sumado al equipo de snorkel, te permite sumergirte llevando un suministro de aire que hace posible que permanezcas bajo el agua por más tiempo.



Al leer este capítulo, aprenderás todo sobre el equipo de buceo que se usa para hacer snorkeling, las reglas básicas sobre cómo usarlo y cómo mantenerlo correctamente.

02. LA MÁSCARA

Al sumergir tu rostro en agua, manteniendo los ojos abiertos, tienes una visión borrosa del entorno que te rodea.

Este fenómeno se debe al hecho de que el ojo humano está “diseñado” para ver a través del aire. Dado que el agua tiene una densidad diferente a la del aire, podremos ver claramente bajo el agua solo si tenemos nuestros ojos en contacto directo con una burbuja de aire.

La máscara crea un espacio de aire alrededor de los ojos, y esto permite al buceador ver con claridad y disfrutar de las mara-



villas del mundo subacuático.

Hay varios modelos diferentes de máscaras para elegir, pero cada modelo tiene varias características esenciales que son comunes a todas las máscaras.

Las máscaras deben:

- Contener la nariz, a diferencia de las gafas de natación.
- Tener la lente o lentes en vidrio templado, para evitar lesiones en los ojos y la cara en caso de rotura accidental (pero también en los pies de quienes pisen la herramienta sin darse cuenta).
- Dar la posibilidad de apretar fácilmente la nariz entre el pulgar y el índice para permitir la compensación;
- Tener un borde cómodo, hecho de goma o silicona, que evitará que el agua penetre en el interior de la máscara;
- Tener un marco de plástico que sujete las lentes y el borde de la máscara manteniéndolos juntos;
- Tener la correa fácilmente ajustable en goma o silicona.

La máscara puede tener un cristal frontal único o dos lentes frontales separadas y colocadas en el mismo pla-

TIPOS DE MÁSCARAS



Silicona negra con vidrio único.



Silicona transparente con vidrio único.



Silicona con dos vidrios.

no. Hay máscaras equipadas con ventanas laterales que aumentan el campo de visión del buceador. También se pueden hacer correcciones ópticas a la máscara, ya sea haciendo que el distribuidor reemplace las lentes originales directamente por las correctivas de acuerdo con las necesidades personales del buceador, o pegando dos lentes con la corrección dióptrica requerida en la cara interna del cristal.

Otra característica que distingue a una máscara de otra es el volumen interno de aire que alberga que puede ser pequeño, mediano o grande según el tamaño de la propia máscara. Las máscaras de menor volumen son utilizadas sobre todo por apneístas, ya que requieren menos aire para compensar, las máscaras de volumen medio y grande son más adecuadas para los buceadores SCUBA, ya que tienen un campo de visión más amplio.

Por último, algunas máscaras están dotadas de una válvula de evacuación unidireccional que facilita el vaciado de agua que pudiera entrar en la máscara durante la inmersión.

ELECCIÓN DE LA MÁSCARA

Toda buena tienda de buceo tiene disponibles para elegir varios tipos y modelos de máscaras a la venta. La elección correcta debe estar motivada básicamente por la rigidez del borde del rostro y por la facilidad de acceder la nariz con los dedos. Para probarte una máscara antes de comprarla, simplemente colócala en tu cara sin pasar la correa detrás de tu cabeza, luego, manteniendo la cabeza ligeramente inclinada hacia atrás, inhala levemente con la nariz: la máscara debe permanecer adherida incluso después de volver la cabeza a la posición vertical. Si la máscara se cae, significa que ese modelo no es adecuado para tu conformación facial. Una vez superada esta primera prueba, es necesario comprobar, con la máscara puesta, si la maniobra de apretar la nariz es fácil o no. Si esta prueba también es superada, entonces ese modelo de máscara es la adecuada para tí y podrías adquirirla sin equivocarte.



Mira el Video:
Prueba la máscara



Mira el Video:
Regula la Correa de la Máscara



USO DE LA MÁSCARA

Para colocarte la máscara, debes apoyar el borde de la misma contra tu rostro, luego pasar la correa por detrás de tu cabeza, colocándola bien en la parte superior: una ligera tensión debe ser suficiente para mantener la máscara en su lugar.

Todas las máscaras nuevas están cubiertas con una fina capa protectora de lubricante, que debe quitarse antes de su uso, de lo contrario las lentes, debido a la diferencia de temperatura entre el agua y la cara, se empañarán. Para evitar este problema, la nueva máscara debe lavarse a fondo con un detergente desengra-



Mira el Video:
Lavado de la Máscara

sante, insistiendo en el cristal y en el interior del borde. Si este primer lavado se realiza bien, para inmersiones posteriores será suficiente lavar el cristal de la máscara con alguno de los productos específicos (anti-fog) que se pueden encontrar en las tiendas de buceo.

Ahora estás listo para echar un primer vistazo al fantástico mundo submarino.

Al sumergirte, la presión que ejerce el agua comprimirá el aire del interior de la máscara: es necesario compensar la máscara exhalando un poco de aire por la nariz, evitando así el acercamiento de la máscara a los ojos y la consiguiente sensación que también puede ser dolorosa. Hablaremos de esto más adelante extensamente.

Puede suceder que los pliegues que hará la cara (quizás producidos por una sonrisa al ver un hermoso pez) hagan que un poco de agua penetre en la máscara. Vaciarlo es simple: en la superficie simplemente saca la cabeza del agua y quítate la máscara de la cara con las manos.

Mientras buceas, manteniendo la posición vertical, inclina la cabeza hacia abajo, presiona con las manos en el borde superior de la máscara y exhale lentamente por la nariz girando la cabeza hacia arriba: el aire emitido por la nariz empujará el agua hacia afuera del borde inferior.



Mira el Video:
Vaciado de la Máscara
en Superficie.



03. EL SNORKEL

El snorkel es la parte del equipo que permite al buceador nadar en la superficie y observar lo que sucede debajo del agua sin tener que levantar la cabeza para respirar. Es un instrumento sencillo: un tubo de plástico y silicona con boquilla, también de silicona o goma.

Algunos snorkels además están equipados con una válvula unidireccional (purga) ubicada debajo de la boquilla, que permite vaciar más fácilmente el agua que pudo haber ingresado al sumergir la cabeza.

ELECCIÓN DEL SNORKEL

La elección del snorkel es estrictamente personal: el que mejor se adapte a tu boca estará bien, con el tubo rígido ni demasiado largo ni demasiado corto. En el primer caso, de hecho, dificultaría la respiración, en el segundo permitiría la entrada de agua en caso de un mar ligeramente agitado. La longitud media de los snorkels de calidad oscila entre los 30 y los 40 cm (12-16 pulgadas). El criterio es el mismo en cuanto al diámetro del tubo, considerando que cuanto mayor es el diámetro, mayor es la dificultad de vaciarlo de agua, exhalando con fuerza.

USO DEL SNORKEL

El uso del snorkel te permite explorar el fondo marino sin tener que levantar la cabeza para respirar frecuentemente. Para utilizar esta parte del equipo de la mejor manera posible, se debe sujetar a la correa de la máscara en el lado izquierdo, utilizando la abrazadera de manguera especial suministrada por el fabricante.

TIPOS DE SNORKELS



Varios tipos de snorkel: algunos equipados con válvulas de purga en la boquilla y/o "protectores contra salpicaduras" o válvulas para evitar la entrada del agua por el extremo.



Detalle de la válvula que impide la entrada de agua (izquierda) y la válvula de purga (derecha).



Mira el Video:
Fijar el Snorkel a la Máscara

Una vez puesta la máscara, el snorkel permanecerá suspendido junto a tu rostro: simplemente coloca el snorkel en tu boca para mirar debajo de la superficie del agua sin dejar de respirar.

Al sumergirte bajo la superficie, el snorkel se llenará de agua. Para vaciarlo, una vez que llegas a la superficie, deberás soplar fuerte por la boquilla: el aire empujará el agua que saldrá del tubo en forma de spray. Es posible vaciarlo ya durante el ascenso: mirando hacia arriba, sopla un poco de aire en el tubo; el aire se expandirá a medida que la presión hidrostática disminuye con el ascenso y empujará el agua hacia afuera para que puedas llegar a la superficie con un snorkel casi vacío.



Mira el Video:
Vaciar el Snorkel con un Soplo



Mira el Video:
Vaciar el Snorkel por Expansión

También es conveniente usar el snorkel al usar equipo SCUBA porque mientras te detienes en la superficie, quizás esperando a tu compañero de buceo, puedes respirar cómodamente, ahorrando aire en el tanque.



LAS ALETAS Y EL CALZADO

Las aletas son la parte del equipo que facilita nuestro movimiento en el agua, de hecho, muchas personas se encuentran en problemas al nadar sin ellas; las aletas te permiten moverte más eficientemente en el agua con menos gasto energético.

En una tienda de material de buceo existen varios modelos de aletas para buceadores, básicamente divididos en dos tipos:

- Aletas de pie cerrado;
- Aletas con correa en el talón (pie abierto).

Las aletas de “pie cerrado” son aquellas que envuelven completamente el pie en un calzado de goma suave. Las utilizan principalmente quienes practican snorkeling, ya que son más ligeras y más cómodas para nadar en la superficie. Se pueden usar con pies descalzos o con unas medias o calcetines de neopreno ligero.

En las aletas con correa en el talón, la parte de atrás está abierta, y el buceador tiene la posibilidad de modificar el ajuste con esa correa. Los buzos SCUBA prefieren este tipo de aletas, que son más cómodas de poner y quitar. También se usan con botas de neopreno de suela rígida, que mantienen los pies más calientes y se pueden usar para caminar sobre rocas, playas, muelles y puentes de botes y además ayudan al buceador a mantener el equilibrio protegiendo los pies de los golpes dolorosos que siempre son posibles contra cualquier obstáculo. Las otras características que distinguen a las aletas son:

- **Longitud y flexibilidad.** Hay aletas más o menos largas y más o menos flexibles. Una aleta con una pala larga y/o rígida requerirá una pierna fuerte y entrenada, ya que será más difícil de operar en el agua, mientras que las aletas con una pala corta y /o flexible serán más suaves.
- **Tallas.** Esto también depende del tipo de aleta: las de "pie cerrado" suelen tener tallas tradicionales como los zapatos, mientras que las tallas de aletas con correa son Small, Medium, Large y Extra Large, ya que la correa en el talón permiten un amplio ajuste.
- **Materiales.** Hay aletas construidas en caucho negro, termoplástico, poliuretano y otros materiales sintéticos; las aletas de caucho son las más resistentes y pesadas mientras que las aletas en materiales sintéticos son de color, más ligeras y más elásticas.

- **Flotabilidad.** Las aletas pueden flotar (aletas con flotabilidad positiva), hundirse (aletas con flotabilidad negativa) o tener una flotabilidad neutra (no se hunden ni flotan).
- **Aberturas hidrodinámicas.** Algunos tipos de aletas tienen aberturas hidrodinámicas en las palas cuya forma permite reducir la resistencia de la aleta en la fase de recuperación, permitiendo que el agua pase a través de ellas, manteniendo un agarre efectivo en la fase de empuje.





ELECCIÓN DE LAS ALETAS

Es importante recordar que a la hora de comprar aletas con correa es necesario elegir al mismo tiempo las botas de neopreno más adecuadas, por lo que se recomienda comprar los dos equipos juntos.

Las aletas deben ser del tamaño correcto: demasiado grandes pueden causar ampollas, demasiado apretadas pueden causar calambres.

La rigidez de la aleta elegida debe ajustarse a tus características físicas. No se recomienda para la actividad con SCUBA utilizar aletas demasiado largas, que además serán voluminosas para llevar en viajes que te permitirán explorar los mares del mundo.

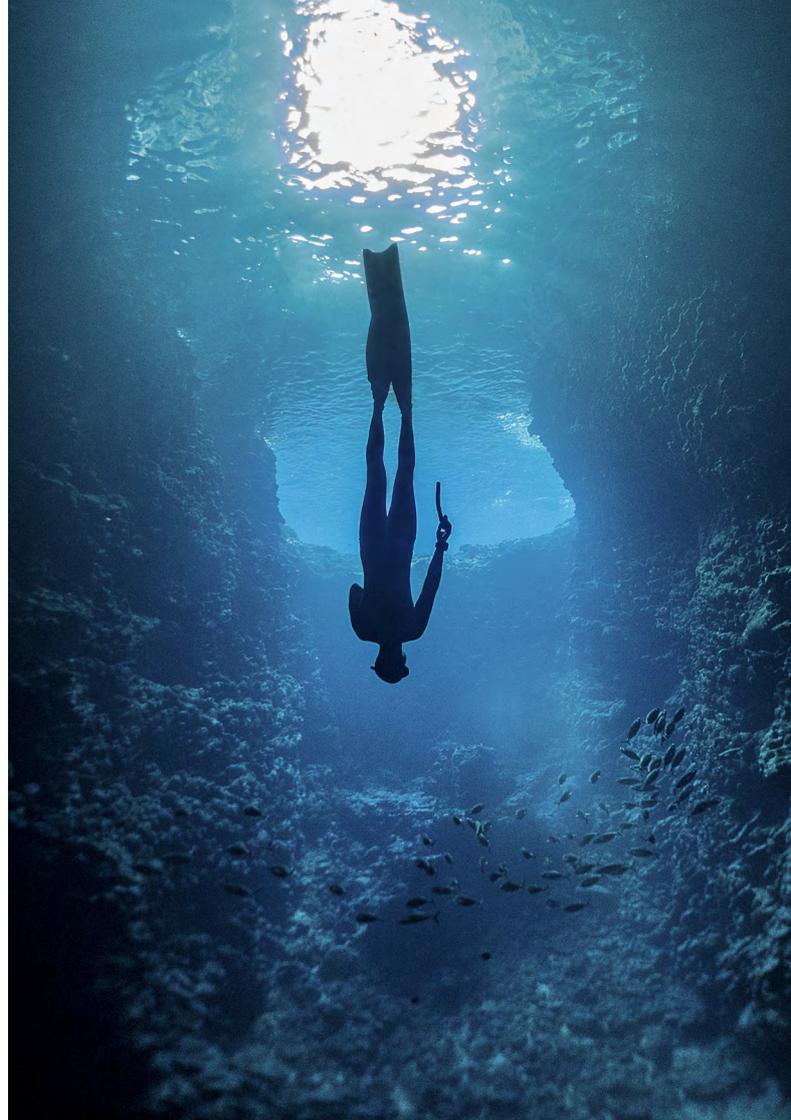
ALETEO

Una buena patada te permite moverte con facilidad en el agua, el bucear resulta más confortable y puedes admirar y apreciar las bellezas del mundo submarino sin cansarte.

Las técnicas de patadas más utilizadas son:

- Patada/Aleteo Fluctuante;
- Patada/Aleteo de Rana;
- Patada/Aleteo hacia atrás en la superficie.

La **Patada Fluctuante** consiste en el batido alterno de las piernas: alternativamente bajando y levantando primero una extremidad, luego la otra. El movimiento debe comenzar desde la cadera, con las rodillas y los tobillos extendidos, que deben estar lo menos flexionados posible. Esta patada se usa principalmente durante la práctica de snorkeling porque da un buen impulso con poco gasto de energía.





Mira el Video:
Aleteo Fluctuante en Superficie



Mira el Video:
Aleteo Fluctuante
en la Inmersión

La **Patada de Rana** recuerda el “estilo rana” de la natación. Comenzando con piernas cerradas, rodillas y aletas bien extendidas, el movimiento consiste en doblar las rodillas para acercar los talones a los glúteos; separa las piernas y luego estíralas y ciérralas. Al girar los tobillos, las palas de las aletas se utilizan para empujar el agua y avanzar. Este tipo de patada es muy utilizado en el buceo porque, además de ser muy eficaz, reduce la posibilidad de levantar la suspensión desde el fondo, ya que las aletas están todo el tiempo más elevadas con respecto al resto del cuerpo.



Mira el Video:
Patada o Aleteo de Rana

Al realizar una Patada hacia atrás en superficie con el equipo SCUBA puesto es más cómodo hacerlo sobre la espalda, lo importante es que el BCD (Chaleco Compensador de la Flotabilidad) esté inflado para mantenernos cómodamente a flote: apoyados en la espalda, sin tumbarnos sobre la superficie, se realiza una patada



Mira el Video:
Patada hacia atrás en Superficie

fluctuante pero hacia atrás.

Cualquiera que sea el tipo de patada, es importante que los movimientos sean amplios y lentos: una patada a un ritmo alto aumentará ligeramente la velocidad pero requerirá un uso considerable de energía; ten en cuenta que para duplicar la velocidad es necesario cuadruplicar el esfuerzo.

04. TRAJES PROTECTORES

Cuando tocas un objeto de madera o plástico y luego tocas un objeto de metal, tienes la sensación de que el objeto de metal está más frío. Hablamos de sensación porque, estando los dos objetos en el mismo ambiente, por tanto a la misma temperatura, lo que cambia es la velocidad con la que los dos objetos conducen el calor; el objeto de metal absorbe el calor más rápido que el de madera o plástico y lo transmite.

El agua absorbe el calor corporal unas 25 veces más rápido que el aire. Al bucear es necesario proteger el cuerpo de la pérdida de calor en el agua. Las prendas de protección utilizadas para este fin se denominan “trajes” y existen varios tipos con diferentes características en cuanto a la capacidad de protección térmica.

Los **Trajes de Lycra** están diseñados para proteger al buceador de abrasiones, contacto con corales punzantes o quemaduras solares, no ofrecen ninguna protec-

ción térmica y por esta razón se utilizan en mares tropicales y cálidos. Con el mismo propósito y fabricadas con el mismo material, las camisetas de manga larga son utilizadas a menudo, especialmente por los buceadores, y se las llama **Rash Guard**, un nombre en inglés que se traduce como “anti-abrasión” y que hace referencia al hecho de que la camiseta o remera protege a quien la vista de arañazos, rozaduras y quemaduras solares.

Los **Trajes Húmedos** son de neopreno que es un compuesto de caucho sintético altamente aislante cuya conformación final es en láminas con un espesor de 2 a 7 mm. Dentro de este compuesto hay microburbujas de aire: cuando la presión ambiental aumenta durante la inmersión, estas burbujas disminuyen de diámetro, por lo tanto el grosor del neopreno se reduce variando el volumen general del buceador y consecuentemente su flotabilidad (Principio de Arquímedes, del que hablaremos en próximos capítulos). Estos son los más utilizados para el buceo. Se los llama “trajes húmedos” porque dejan pasar el agua por muñecas, tobillos, cuello y cremallera: una capa de agua queda atrapada entre el cuerpo del buceador y el traje, y se calienta al absorber el calor corporal. Si el traje es de la talla adecuada, el intercambio de agua en el interior es muy limitado, la temperatura corporal se mantendrá durante mucho tiempo y el calor se disipará muy lentamente.

El grosor de los neopreno varía de 2 a 7 milímetros, dependiendo también de los distintos modelos: neoprenos de una pieza, dos piezas separadas (la parte superior separada de la de abajo) o dos piezas super-

TRAJES PROTECTORES



Traje de neopreno de una pieza con cremallera/cierre trasera, para mujeres (izquierda) y hombres (derecha).



Shorty para aguas tropicales



Traje interior: para aumentar protección térmica



Capucha



Rash Guard de manga larga



Gautes de neopreno



puestas (una pieza completa abajo con una chaqueta encima), con capucha integrada o separada, con cremallera delantera o trasera.

También existe un tipo de traje de neopreno denominado **Semiseco**, en neopreno, de una pieza, confeccionado con el mismo método que el traje de neopreno, pero equipado con una cremallera estanca (generalmente en la espalda, de hombro a hombro, en plástico o metal) que permite el paso de muy poca agua, reduciendo así la pérdida de calor.

Los **Trajes Secos** en cambio, “sellan” por completo al buceador que expone solo sus manos y cabeza al con-

tacto con el agua. Las botas, que también son estancas, están unidas directamente al traje.

Aprender a usar un traje seco implica la necesidad de conocer algunas nociones particulares; pero da la ventaja de poder realizar inmersiones con protección térmica en todas las estaciones, y por ello **SNSI** ha decidido tratar el tema específicamente en el Apéndice del próximo Capítulo, dándote así la oportunidad de aprender a bucear con traje seco desde el primer nivel **SNSI Open Water Diver**.

ELECCIÓN DEL TRAJE

La elección del traje de neopreno depende del entorno en el que vayas a bucear: en aguas tropicales, un neopreno de menor grosor es suficiente del que necesitarás en mares con temperaturas más bajas. En aguas muy cálidas también se utiliza un traje de neopreno con piernas y mangas cortas, comúnmente llamado **Shorty**. No olvides que un traje de neopreno con muchas cremalleras es más cómodo de llevar, pero permite un mayor paso de agua y por tanto da menos protección térmica.

En cualquier caso, las consideraciones más importantes a tener en cuenta a la hora de elegir un traje de neopreno son: que sea de la talla adecuada, adhiriéndose al cuerpo, aún debe permitir cierta libertad de movimiento y sobre todo no obstaculizar la circulación

05. SISTEMA DE LASTRES

Un matemático llamado Arquímedes descubrió un fenómeno que ocurre cada vez que un cuerpo se su-



merge en un líquido. El objeto recibe un empuje del fluido en la dirección opuesta, que varía en relación con el volumen del objeto. Después de varias pruebas y reflexiones enunció un principio que tomó su nombre. El **Principio de Arquímedes** establece que *“un cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso de fluido desalojado”*. Para la actividad subacuática este principio es sumamente importante. Desde siempre, de hecho, nos damos cuenta de que un cuerpo humano en el agua, casi siempre flota; además, el traje de neopreno aporta una flotabilidad adicional y, cuando deseamos sumergirnos y bucear, debemos superar la flotabilidad “natural” a la que hacemos referencia sumada a la que otorga el equipo. Por tanto, para ello es imprescindible disponer de un lastre que, al compensar el empuje de flotabilidad, te permita moverte cómodamente bajo la superficie.

El Sistema de Lastre más común es un cinturón en el que se fijan pesos de plomo (lastres), equipado con una hebilla de liberación rápida para que el buceador pueda deshacerse de él con un solo movimiento de una mano. El material del cinturón suele ser tela de nylon, mientras que la hebilla puede ser de plástico o acero. Es preferible este último material por ser más resistente. Luego existen en el mercado cinturones sobre los que se aplican bolsillos de neopreno donde se insertan las pesas, otras con bolsillos especiales llenos de perdigones de plomo.

LOS LASTRES

Los plomos vienen en diferentes formas y tamaños: desde 500 gramos/1 libra hasta 3 kilos/7 libras y más cada uno. Algunos están cubiertos de plástico y de colores: bonitos a la vista, un poco más caros, pero tienen la ventaja de causar daños menores en caso de caídas al fondo de la piscina o en la cubierta



de un barco y al medio ambiente (el plomo se deteriora con el tiempo).



Mira el Video:
Preparar el Cinturón de Lastre



Mira el Video:
Bloquear los lastres en el Cinturón

USO DEL CINTURÓN DE LASTRES

Una vez colocados los pesos en el cinturón, debes colocarlo en tu cintura. Lleva el cinturón sujetándolo con la mano derecha por el extremo donde no hay hebilla, pasándolo por detrás de la espalda y una vez allí lo ajustas bien a la cintura apretándolo hasta el punto correcto. Para evitar que se resbale por tus caderas mientras lo usas, debes doblar tu torso hacia adelante hasta que el cinturón esté ajustado con la hebilla.



Mira el Video:
Colocarse el Cinturón de Lastre

Una técnica muy importante que debes aprender es la liberación rápida del peso. Es necesario identificar la hebilla del cinturón subiendo con las manos desde los muslos hasta la cintura, tras lo cual se suelta la hebilla y se aparta el cinturón del cuerpo antes de abandonarlo.



Con esta maniobra obtienes una flotabilidad positiva inmediata si estás en profundidad, y una excelente flotabilidad en superficie.

06. EL CHALECO DE SNORKELING

El Chaleco de Snorkeling es un chaleco "salvavidas" que se usa alrededor del cuello y se fija al pecho del buceador con unas correas especiales, éste se puede inflar y desinflar.

Usar este equipo para hacer snorkel es simple y brinda comodidad y tranquilidad: cuando está inflado, te permite nadar en la superficie cómodamente y sin cansarte; desinflado te permite bucear, realizando una maniobra llamada "zambullida" para alcanzar el fondo y observar de cerca el fantástico mundo submarino.

Se infla con la boca a través del tubo de inflado y se desinfla mediante la válvula de escape, ubicada en el extremo del propio tubo.



07. COLOCARSE EL EQUIPO DE SNORKEL

Hemos visto hasta ahora las partes que componen el equipo de Snorkeling. Ahora, listos para ponérselo y vivir las primeras experiencias, vamos a probarlo!

Para ponernos el equipo seguiremos una secuencia lógica: por lo tanto comenzaremos con el traje de neopreno, luego el calzado que hayas elegido, el cinturón de lastre, el chaleco, la máscara, los guantes y finalmente las aletas. Es importante recordar que dondequiera que bucees, las aletas siempre deben colocarse en último lugar e inmediatamente antes de ingresar al agua porque es incómodo y peligroso caminar con las aletas puestas. Sin embargo, cuando es imposible hacer lo contrario, es preferible caminar hacia atrás, para evitar que las palas entorpezcan el camino hacia el agua.



Mira el Video:
Colocarse el Traje Húmedo



Photo © Alessio Dallai

FULL FACE SNORKELING MASK

En los últimos años, se ha introducido en el mercado y exclusivamente para la práctica de snorkeling: la Full Face Snorkeling Mask (FFSM). Estas máscaras ofrecen la ventaja de permitir que el rostro quede completamente dentro de la máscara, permitiendo al usuario respirar tanto con la boca como con la nariz, de una forma extremadamente natural.



El buceador de snorkel no tiene boquilla en la boca como ocurre con el snorkel tradicional y esto puede crear menos molestias en la mandíbula (por un uso prolongado) y además esto te permitirá hablar y comunicarte fácilmente con tus compañeros. El snorkel se coloca en la parte superior de la máscara y generalmente está equipado con una válvula que no permite que entre agua, sino solo aire.

El sistema de circulación de aire dentro del armazón de la máscara mantiene el aire entrante separado del saliente, evitando tanto la formación de condensación como el empañamiento.

La gran visera de cristal y la adherencia de la máscara al rostro permiten una amplia visión de 180° y una visión más amplia del panorama submarino, como si se tratara de una gran pantalla de cine.

Una advertencia importante: estas máscaras solo son aptas para su uso en superficie, es absolutamente necesario evitar cualquier tipo de inmersión. El cristal, de hecho, cubre por completo la cara del usuario y no permite que la nariz se pellizque con los dedos para permitir la compensación de los oídos, lo cual es fundamental al descender por debajo de la superficie.



08. ENTRAR AL AGUA

Para entrar al agua existen diferentes formas, dependiendo de las características del lugar y preferencias personales.

Entrando al agua desde una playa en condiciones de mar en calma, caminas con aletas en mano hasta tener el agua llegando a la cintura. Luego, ayudándote mutuamente con tu pareja, se colocan las aletas. Si, por el contrario, el mar está un poco agitado, te pones las aletas en la orilla y luego caminas hacia atrás hasta alcanzar una profundidad suficiente para poder nadar y alejarte rápidamente de la orilla.

Si ingresas al agua desde el borde de la piscina o desde una plataforma baja, sentándote en el borde con las piernas colgando, colocas las manos a un lado y al girar tu cuerpo obligas a tus brazos a empujarse dentro del agua.



Mira el Video:
Entrada a Piscina
desde posición Sentado

Siempre desde un borde bajo o desde la plataforma de un barco es posible entrar al agua con el "paso de gigante": de pie con las palas de las aletas sobresaliendo del borde, con un gran paso adelante manteniendo las



Mira el Video: Entrada al Agua
desde Embarcación
con Paso de Gigante

piernas abiertas para hacer más leve el efecto de hundirte.

Desde un muelle o desde el borde alto de una embarcación, la entrada con los pies juntos es la mejor, siguiendo el mismo procedimiento que el "paso gigante", pero con la diferencia que las aletas se unen inmediatamente para que los pies se abran "en el agua" reduciendo el impacto con la superficie.

Desde una embarcación neumática entras de espaldas: sentado en el tubular o pontón, con la espalda mirando al agua, te dejas caer de espaldas manteniendo las piernas juntas.

Cabe recordar que la mejor entrada es siempre la más sencilla según las condiciones: siempre con el chaleco inflado, la máscara en el rostro y el snorkel en la boca para asegurar la capacidad de ver, respirar y flotar.

Empezar bien una inmersión, con una buena entrada al agua, significa relajarse y disfrutar cada momento del buceo.

CONTROLAR EL LASTRE

Lo primero que debes hacer cuando entras al agua es comprobar que el peso que llevas sea el correcto.

Con el cuerpo en vertical en el agua, el chaleco desinflado y los pulmones medio vacíos, el agua debe estar a la altura de los ojos: al vaciar completamente los pulmones, debes comenzar a hundirte.



Mira el Video:
Control del Lastre Correcto



Aleteas para volver a la superficie y vacías el snorkel (con el método que prefieras) antes de volver a respirar.

LA INMERSIÓN

Durante las excursiones de snorkeling, intrigado por algo que has visto, unos metros más abajo, las ganas de bucear bajo la superficie para ir a ver más de cerca es irresistible: para hacerlo necesitas sumergirte.

La forma tradicional de sumergirse es cabeza abajo: nadas despacio, horizontalmente en la superficie, doblas el torso hacia adelante a 90° con la ayuda de los brazos y luego levantas las piernas extendidas. En este punto el cuerpo está perpendicular a la superficie y el peso de las piernas empuja hacia abajo al buceador: cuando las aletas estén completamente debajo de la superficie será suficiente debes comenzar a aletear para ganar profundidad sin provocar pérdida de energía fuera del agua.

Es muy importante recordar compensar los oídos cuando inicias el descenso, antes de sentir molestias: basta con presionar la nariz con los dedos y soplar suavemente por ella, de esta forma el aire se empuja hacia los conductos internos de las vías internas (Trompas de Eustaquio) y consecuentemente dentro de los oídos. La maniobra se repetirá a medida que continúes el descenso, cada vez que sientas la presión hidrostática en los tímpanos. Al menor indicio de dificultad de compensación, sube inmediatamente, antes de que sientas dolor y absolutamente sin forzar el soplo de aire.

Volviendo a la superficie después de la inmersión, debes vaciar el snorkel utilizando el método de “sopla-

do" o el de "expansión". A medida que asciendes, observa la superficie y mantén el brazo izquierdo en alto para evitar chocar con obstáculos y proteger así tu cabeza.



Mira el Video:
Vaciar el Snorkel con un Soplo



Mira el Video:
Vaciar el Snorkel
por Expansión

Hay que recordar que el submarinismo es un deporte que se practica en pareja: por ello siempre es necesario nadar junto a tu pareja y cuando uno de los dos se sumerge, la otra parte de la dupla queda en la superficie para comprobar que todo va bien.

09. LA SALIDA

La mejor manera de salir del agua al finalizar la inmersión es primero quitarte el cinturón de lastres y colocarlo en el borde de la piscina si allí estuvieras, o pasarlo al personal de superficie cuando sea posible, luego quitarte las aletas y, manteniendo la máscara en la cara y el snorkel en la boca, salir del agua utilizando la escalera.

Si la inmersión finalizó frente a una playa, debes quitarte las aletas cuando el agua llegue al cinturón y luego salir caminando, a menos que haya rompientes: en este caso será necesario nadar lo más lejos posible, luego caminar a cuatro patas y quitarte las aletas solo después de salir del agua.

10. CONCLUSIONES

En este capítulo aprendimos sobre el equipo básico que nos permite vivir los primeros descubrimientos del entorno submarino permaneciendo en la superficie o realizando pequeñas excursiones para ver de cerca algo que nos fascina a unos metros debajo de nosotros.

Experimenta estas sensaciones y seguramente querrás quedarte y observar las maravillas sumergidas durante más tiempo del que solo nos puede permitir nuestro límite de apnea, con la ayuda de equipo de buceo autónomo o SCUBA. Continuar leyendo el manual te permitirá conocer todo el equipo necesario para bucear y cómo usarlo mientras estás en inmersión.



Mira el Video
de la Sesión en Agua #1

Dive Up Your Life

www.scubasnel.com



CAPÍTULO 1: PREGUNTAS DE REPASO

1. ¿De qué material están hechas las lentes de la máscara?
 - Vidrio templado.
 - Plástico.
 - Vidrio.
2. ¿Puedo usar gafas de natación para bucear?
 - SI. No hay diferencia entre las gafas de natación y la máscara.
 - NO. Las gafas de natación no cubren la nariz.
3. ¿Qué lado de la máscara lleva el snorkel? ¿Como?
 - Derecha. Con el sujetador apropiado para la correa.
 - Izquierda. Con el sujetador apropiado para la correa.
 - Da igual. Con el sujetador apropiado para la correa.
4. ¿Qué tipo de aletas son las mejores para bucear?
 - Aletas con correa ajustable.
 - Aletas de pie cerrado.
 - Cualquier tipo de aletas.
5. Para un correcto lastrado, el agua debe estar a la altura de los ojos cuando tenemos...
 - Los pulmones vacíos.
 - Los pulmones llenos.
 - Los pulmones semi vacíos.
6. ¿Cómo se quita el cinturón de lastre? ¿Con cuál mano?
 - De izquierda a derecha. Con la mano derecha.
 - De derecha a izquierda. Con la mano izquierda.
 - Del lado que prefiera el buceador.



Comienza
una nueva
Aventura.

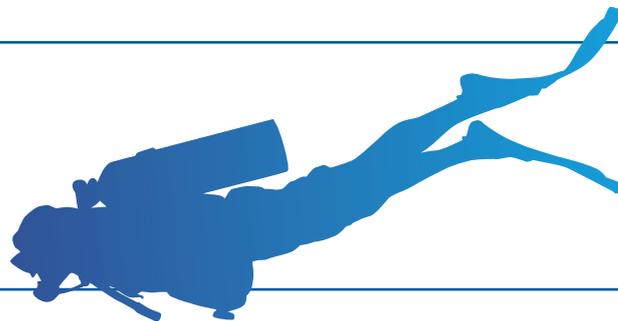


SNSI Freediver





CAPÍTULO 2: EQUIPO SCUBA



01. INTRODUCCIÓN

Habiendo dado los primeros pasos en el agua, y sintiendo ciertamente el deseo de permanecer bajo el agua más tiempo del que te permite la apnea, es necesario aprender a utilizar el equipo “Auto Respirador” o SCUBA, que te permitirá permanecer bajo el agua durante mucho más tiempo y disfrutar del mundo submarino sin tener que volver continuamente a la superficie para respirar.

Para ello, es fundamental utilizar equipos adicionales que conoceremos en los siguientes párrafos.

02. EL BCD: CHALECO COMPENSADOR DE FLOTABILIDAD

Desde el comienzo de este manual hemos dicho que la mejor sensación mientras estamos buceando, es movernos en agua, ingrávidos, sin peso como un astronauta en el espacio.

La herramienta que permite obtener este resultado es el BCD (Buoyancy Control Device). Inflándolo y desinflándolo, el buceador puede ajustar su posición en el agua, y manejar así la flotabilidad: negativa cuando tiendes a hundirte, positiva cuando flotas y neutra cuando no vas ni hacia el fondo ni hacia la superficie sino que permaneces suspendido a media agua.

El BCD es un chaleco de tejido sintético resistente, con una cámara de aire. En el hombro izquierdo se conecta un tubo corrugado a la cámara de aire y en el otro extremo lleva una Válvula de Entrada y Salida de Aire (Power), por medio de la cual se puede desinflar e inflar el chaleco, ya sea mediante el botón de carga conectado al cilindro por





PRINCIPALES ELEMENTOS DE UN BCD



medio de un latiguillo/manguera de baja presión, o por la boca presionando el botón de descarga y soplando al mismo tiempo, por la boquilla correspondiente. En el interior del tubo corrugado suele pasar un cable de acero conectado por un lado al mecanismo de carga y descarga, y por el otro a una válvula colocada en el hombro al final del tubo corrugado, tirando de la cual la válvula abre provocando la descarga rápida del BCD.

Algunos chalecos tienen un regulador al final del tubo corrugado que es una Fuente de Aire Alternativa (FAA) integrada.

Otro tipo de BCD está representado por aquellos que no tienen el corrugado y están equipados a la altura del bolsillo izquierdo con una manija ergonómica con dos botones neumáticos: uno para inflar el chaleco, el otro para desinflarlo, y esta manija o asa actúa sobre dos válvulas de descarga gemelas que garantizan una rápida salida del aire independientemente de la posición del buceador en inmersión. El sistema de inflado por la boca consta de un tubo de goma colocado en el bolsillo izquierdo.

Elementos básicos con los que cuentan la mayoría

de los BCD: un espaldar (back) que puede ser rígido o blando con una correa ajustable con velcro y un broche de presión fijan el cilindro al chaleco, una correa delantera, también con velcro, y una o dos correas con soltado rápido en la zona ventral del buceador. También una válvula de sobrepresión que se abrirá y liberará el exceso de aire si el buceador infla demasiado el chaleco, se puede encontrar tanto en el hombro derecho como en la parte posterior del lado derecho: algunos chalecos tienen ambos.

Los chalecos también están equipadas con toda una serie de características que los distinguen y los hacen aptos para los más diversos usos, suelen tener bolsillos en los que se pueden colocar los accesorios de buceo, correas con velcro para fijar las mangueras/latiguillos de la fuente de aire alternativa y el manómetro para que el buceador no tenga mangueras/latiguillos colgando a su alrededor.

También hay chalecos con bolsillos en los que se

ALGUNOS TIPOS DE BCD



BCD con distribución uniforme del aire



BCD con Volumen Posterior



BCD Posterior derivado del Buceo Técnico



BCD sin corrugado con Manija Ergonómica

DETALLE DEL POWER

Power Tradicional



Power con Regulador Integrado





pueden insertar los lastres y están equipados con un sistema de liberación rápida para permitir al buceador abandonar el peso en cualquier momento aunque no utilice el clásico cinturón. Si estás utilizando este tipo de chaleco, es fundamental conocer el sistema de liberación de lastre y también es necesario explicárselo a tu compañero antes de iniciar la inmersión.

Dependiendo de cómo se distribuya el aire en el interior del BCD, existen chalecos con inflado trasero, o algunos con distribución uniforme del aire: los chalecos con inflado trasero son los más utilizados por los buceadores que realizan inmersiones llamadas "técnicas", a grandes profundidad o en ambientes espeleológicos que requieren equipos muy complejos así como autorización para utilizar mezclas respiratorias y por tanto instrucción específica.

ELECCIÓN DEL BCD

Hay en el mercado, innumerables modelos de BCD para elegir, evaluando cuidadosamente algunas características importantes que debe tener un chaleco de calidad.

En primer lugar, puede ser "single-bladder", es decir, sin cámara de aire, fabricado con un solo tejido capaz tanto de evitar la fuga de aire como de alojar accesorios; el tipo "double-bladder", en cambio, tiene una cámara de aire interna, protegida

por una capa exterior de tejido resistente al desgarrar, que puede ser de nylon o, para los modelos mas importantes, de cordura, obviamente equipado con bolsillos y correas.

Es fundamental que el BCD contenga una cantidad suficiente de aire para sostener a dos buceadores en la superficie. También es importante que la talla sea la adecuada, porque un chaleco demasiado grande hace que el tanque se balancee detrás, en la espalda, mientras que uno demasiado ajustado, cuando sea necesario inflarlo, comprimirá el pecho provocando constricción de movimientos y dificultad para respirar.



Photo © Alessio, Dorian

USO DEL BCD

Gracias al uso del chaleco compensador de la flotabilidad, la práctica del buceo se ha convertido en un deporte al alcance de todos, no sólo de aquellos dotados con mayor fuerza y resistencia física.



Mira el Video:
Preparar el Peso Integrado
en el BCD



Mira el Video:
Chequeo de Lastre



Mira el Video:
Inflar el BCD en la Superficie

El chaleco te permite compensar la pérdida de flotabilidad que se produce a medida que descienes a mayor profundidad (debido a la compresión del traje de neopreno). Para utilizar correctamente el BCD, deberás desinflarlo para iniciar tu inmersión y, al descender, deberás inflarlo con pequeños toques al botón de inflado para controlar la velocidad de descenso. Una vez que se alcanza la profundidad deseada, inflarás el BCD hasta que encuentres la posición neutral. En este punto, será posible mantener la posición ideal utilizando también los pulmones: inhalando, de hecho, te volverás li-

geramente positivo, mientras que exhalando te volverás ligeramente negativo.



Mira el Video:
Pivoting y Hovering
(con el Inflador Mecánico)



Mira el Video:
Pivoting y Hovering
Inflando oralmente el BCD

Es importante recordar que para desinflar el chaleco debes levantar el tubo corrugado muy por encima de tu cabeza para permitir que escape el aire.

Para ascender, comienza desde la profundidad a la que te encuentras en flotabilidad neutra con una pata hacia arriba y desinfla gradualmente el chaleco para controlar la velocidad de ascenso que no debe superar los 9 metros/30 pies por minuto.

Una vez que llegues a la superficie, infla bien el chaleco y relájate: el BCD te permitirá flotar sin esfuerzo.

03. EL TANQUE

El tanque es el recipiente en el que llevamos nuestro suministro de aire bajo el agua. El aire se comprime en el interior del cilindro o tanque que, aunque de pequeño tamaño, logra contener una cantidad considerable del gas respirable.

Los cilindros están hechos de acero o aluminio y tienen un volumen que va de 3 a 20 litros / 30 a 120 pies



cúbicos. Los tanques más utilizados para el buceo recreativo son aquellos con un volumen que va entre 12 y 18 litros / 80 y 120 pies cúbicos. En el cilindro se atornilla un grifo que permite la apertura y cierre de la salida de aire y la conexión del regulador.

Hay dos tipos de válvulas para la grifería: INT y DIN. La primera está equipada con un o’ring o junta tórica de sellado y un tope sobre el que se fija el soporte del regulador (llamado “brida” o “yoke”); la segunda está provista de una rosca hembra en la que se atornillará el regulador que en lugar del soporte tiene una rosca macho con un o’ring o junta tórica de sellado. Los grifos modernos tienen la posibilidad de transformarse de INT a DIN y viceversa, quitando o colocando un adaptador que se desenrosca o enrosca de la válvula con una llave allen. En algunos países (como Estados Unidos o en el Caribe) todavía hay muchos cilindros equipados con una conexión INT no transformable. Cuando vayas a bucear en el exterior, será necesario primero informarte sobre el tipo de conexiones disponibles y eventualmente equiparte con adaptadores (soportes) para poder montar reguladores DIN en este tipo de grifos.



Mira el Video:
 Modificar la Grifería/Robinete
 de INT a DIN

La perilla, que te permite abrir y cerrar el cilindro, también forma parte de la grifería.

Muy importantes son las marcas que tiene el cilindro

en su parte exterior. Marcas que aplican el fabricante y los organismos de control para contenedores de alta presión en general. Entre las marcas, además de los códigos de identificación del tanque y los tipos de gas con los que se puede utilizar (por ejemplo Aire o Mezclas cuando la concentración de oxígeno supera el 23%) y se indica también, la presión a la que se puede cargar ese cilindro, la presión de prueba que suele ser 100 bar /1,500 psi más alta que la presión de funcionamiento y la fecha de la primera prueba de verificación técnica del cilindro. Este último dato es muy importante porque un





Photo © Alessio Dallini

cilindro nuevo se puede utilizar durante cinco años (verifica esto en tu país), después de lo cual el tanque debe ser sometido a la prueba hidrostática que consiste en llenar el cilindro con agua y luego introducir aire comprimido a la presión de prueba máxima. Luego de esta maniobra, un ingeniero cualificado lo inspeccionará para ver si hay algún daño en el metal. Si el cilindro no pasa la prueba hidrostática se desecha; si pasa, la fecha se marca junto a las otras marcas y las pruebas posteriores deben realizarse cada cinco años (verifica esto en tu país).

En cualquier caso, todos los cilindros deben ser inspeccionados visualmente una vez al año con el fin de comprobar que no hay óxido o impurezas en su interior. Una buena regla general para el mantenimiento adecuado del cilindro es nunca vaciarlo completamente.

04. EL REGULADOR

Para tomar real dimensión acerca de qué tan alta es la presión de aire dentro de un cilindro, basta pensar que la rueda de un camión se infla con aire comprimido a unos 5 bar/75 psi, mientras que los cilindros utilizados en el buceo se cargan con aire o mezclas a una presión de 200 bar/3000 psi.

Es fácil entender que para respirar el aire que llevamos bajo el agua necesitamos un reductor de presión: el regulador, que tiene la función de reducir la presión del gas llevándola al mismo valor que la presión ambiental. La reducción de presión se produce a través de los dos mecanismos que componen el regulador, la primera y la segunda etapa.

LA PRIMERA ETAPA

La primera etapa es aquella parte del regulador que se fija a los grifos y reduce la presión del cilindro al valor de la presión



que está dentro de la manguera que conecta la primera con la segunda etapa. Debido a la forma en que está diseñado el regulador, la diferencia entre el valor de la presión intermedia y el de la presión ambiental es aproximadamente constante. Esta diferencia depende de la calibración que le dé el fabricante a la primera etapa del regulador, generalmente está entre 8 y 11 bar / 120 y 160 psi. La reducción de presión en la primera etapa se produce mediante un sistema denominado "presiones balanceadas". El aire a alta presión que sale del cilindro ingresa a una cámara de primera etapa donde puede encontrarse con una membrana o un pistón hueco, dependiendo de si el regulador es de membrana o de pistón. Tanto el diafragma como el pistón están en con-

tacto por un lado con el aire dirigido hacia la segunda etapa y por el otro con un resorte calibrado al valor de la presión intermedia elegida por el fabricante. El empuje del resorte mantendrá abierto el paso de aire hasta que haya entrado una cantidad suficiente del mismo en la manguera que conecta la primera con la segunda etapa, para crear una presión igual a la de la calibración del resorte más la presión ambiental, una vez que se haya alcanzado este equilibrio, el resorte aplastará y hará que el paso de aire se cierre.

Como se mencionó, la diferencia entre la presión intermedia y la presión ambiental es "aproximadamente" constante en la realidad, dependiendo de las características de construcción del regulador, esta diferencia (llamada sobrepresión) puede estar levemente influenciada tanto por el valor de la presión del tanque como por la profundidad. Las primeras etapas que no se ven afectadas por estas influencias y que, por lo tanto, tienen una "sobrepresión" estrictamente constante, se denominan "balanceadas". La eficiencia de la segunda etapa y, por lo tanto, de todo el regulador también dependen de la constancia de este "exceso de presión" (la demostración se omite por simplicidad). Todos los reguladores de alto rendimiento cuentan con primeras etapas balanceadas.

LA SEGUNDA ETAPA

La segunda etapa está dentro de un armazón de material rígido y resistente a los golpes. Conectado, como hemos visto, a la primera etapa a través de un latiguillo/manguera especial, funciona mediante una membrana



elástica que está en contacto con el agua y una boquilla. Cuando el buceador inhala crea una ligera depresión dentro del contenedor y consecuentemente la membrana interior se invierte actuando sobre una palanca que abre una válvula ubicada en la segunda etapa inmediatamente después de la conexión con la manguera/latiguillo permitiendo así que el aire llegue al buceador. Cuando este último exhala, el aire sale de la caja de la segunda etapa a través de una válvula unidireccional que lo conducirá al "bigote" de descarga.

El aire también puede descargarse manualmente presionando un botón, ubicado en la parte frontal del cuerpo de la segunda etapa, que hace que la membrana se pliegue hacia adentro (botón de purga).



Mira el Video:
Aclarado del regulador
(2 modos)



Mira el Video:
Recupero del regulador
(2 modos)

05. LA FUENTE DE AIRE ALTERNATIVA (FAA)

Además de la segunda etapa principal, es necesario tener otra fuente de aire que podría ser útil para ayudar a un compañero de buceo distraído que se ha quedado sin aire, en cuyo caso, utilizando la Fuente de Aire Alter-





Mira el Video:
Intercambio del regulador
Primario con la FAA



Mira el Video:
Respiración en pareja con
Fuente de Aire Alternativa

nativa (FAA), puede respirar cómodamente en pareja desde el mismo cilindro.

Existen diferentes tipos de FAA y la elección es personal, dependiendo de las necesidades y gustos de cada buceador. El tipo de FAA más utilizado es el "octopus", que consta de una segunda etapa adicional conectada a la misma primera etapa del regulador principal. Otro tipo de FAA es la integrada en el BCD: consta de una segunda etapa montada en el extremo de la manguera de baja presión del BCD. O puedes optar por dos primeras etapas separadas con una segunda etapa para cada una, en este caso es necesario utilizar cilindros con grifos de dos conexiones. También existen pequeños cilindros con un regulador que se pueden utilizar como fuente de aire alternativa.

No importa qué tipo elijas, pero es obligatorio bucear con una fuente de aire alternativa.

06. LOS INSTRUMENTOS SUBACUÁTICOS

Para llevar a cabo las actividades de buceo de forma correcta y segura, son imprescindibles una serie de instrumentos que aporten toda la información necesaria.

EL MANÓMETRO

El manómetro indica la presión de aire dentro del cilindro. Se conecta mediante una manguera/latiguillo a uno de los orificios de salida de aire de alta presión de la primera etapa, consta de un cuadrante numerado que suele medir hasta 300 bar/4500 psi de presión y los primeros 50 bar/700 psi marcados en rojo, para indicar la cantidad mínima de aire con la que el buceador debe volver a la superficie.





También están los llamados “sensores”, transmisores inalámbricos conectados a la salida de alta presión de la primera etapa, que envían datos sobre la presión del aire en el cilindro al ordenador que lleva en la muñeca el buceador, que puede calcular la autonomía en minutos en relación a la profundidad (presión) y la frecuencia respiratoria promedio mantenida por el buceador hasta ese momento.

EL PROFUNDÍMETRO

El profundímetro indica la profundidad a la que te encuentras durante la inmersión. En la práctica, se trata de un manómetro hidrostático, en cuyo cuadrante se reproducen generalmente los dígitos del 1 al 80, a veces hasta el 100: a cada aumento de presión de 0,1 bar, correspondiente a un metro de agua y la aguja avanzará un número (esto referido a metros). Estos medidores de profundidad son del tipo “tubo Bourdon y diafragma” y pueden tener un funcionamiento analógico o digital.

También existe el medidor de profundidad capilar,

de funcionamiento extremadamente sencillo: es, de hecho, un tubo de plástico abierto por un lado y colocado a lo largo del borde exterior de una esfera en la que se muestran las cifras correspondientes a las profundidades que irán en aumento. Cuando el buceador se sumerge, la presión hidrostática comprime el aire dentro del tubo y el agua lo penetra avanzando por el tubo e indicando la profundidad alcanzada: es un instrumento muy preciso en los primeros 15 metros/50 pies pero luego, dado que a medida que descienes la presión, no aumenta en una medida proporcional porcentualmente, se vuelve cada vez más inexacta y difícil de leer.

Es importante conocer la profundidad a la que te encuentras en cada momento de tu inmersión para respetar la planificación de tu buceo y es igualmente importante conocer la profundidad máxima alcanzada durante la inmersión: por esta razón los profundímetros analógicos deben tener una aguja llamada “testigo” que es arrastrada por la aguja que indica la profundidad real y esta aguja testigo queda fija a la profundidad máxima alcanzada durante la inmersión mientras que la aguja que indica la profundidad real regresa a “cero” al volver a superficie. Los medidores de profundidad digitales muestran la profundidad máxima en la pantalla.

INSTRUMENTOS PARA MEDIR EL TIEMPO

Al continuar este curso, aprenderás que, al igual que es importante conocer la profundidad, durante una inmersión es igualmente importante conocer la cantidad de tiempo que pasas bajo el agua. Para ello, puedes utilizar un reloj de buceo o un Timer de buceo.



Brújula

INSTRUMENTOS



Reloj



Computadora

El reloj de buceo debe estar equipado con un bisel rotatorio y numerado con 15 muescas durante los primeros 15/20 minutos y luego con números arábigos cada 10 minutos: 20, 30, 40, 50 y una flecha o muesca más grande en los 60 minutos que también corresponden al tiempo 0. Esta flecha 0, cuando comienza el descenso, debe colocarse en correspondencia con el minuterero: será fácil comprobar el tiempo de permanencia bajo el agua, indicado por el minuterero que durante la inmersión se habrá movido desde el punto de inicio hasta el punto final, ambos marcados en el bisel del reloj. Es importante que el bisel gire solo en sentido antihorario, porque si se golpea sin que el buzo lo advierta durante la inmersión y cambia de posición, indicará un tiempo más largo que el real, manteniendo así al buceador seguro.

LA BRÚJULA

La brújula es una herramienta ventajosa para el buceador, ya que ayuda a controlar y mantener la dirección, lo que facilita el regreso al punto de partida.



Mira el Video:
Uso de la Brújula:
Rumbo Recíproco

También puedes aprender a jugar con la brújula y divertirte en la navegación submarina asistiendo al curso de especialidad *SNSI Underwater Navigation*.

LA COMPUTADORA DE BUCEO

El ordenador es un instrumento muy útil para el buceo: recolecta y guarda datos sobre profundidad y



SNSI Underwater
Navigation Specialty



tiempo, devolviendo una serie de información adicional gracias al procesamiento de esos datos que el instrumento es capaz de realizar, facilitando la gestión de la inmersión para el buceador. En el capítulo cuatro de este manual, el uso de computadoras se trata extensamente.

07. USO DEL EQUIPO SCUBA

Conociendo las partes básicas del equipo SCUBA, estás listo para ensamblarlo y realizar las primeras exploraciones submarinas:

EL ARMADO DEL EQUIPO SCUBA

Para armar el equipo SCUBA, coloca el cilindro frente a tus piernas con la salida de aire hacia adelante, pasa la correa de sujeción del BCD alrededor del cilindro con el chaleco mirando hacia adelante, ajusta la correa en el cilindro de modo que la parte más alta del BCD se encuentre un par de centímetros por debajo de los grifos.

Comprueba que el O'ring de goma del cilindro o válvula DIN de primera etapa esté en su lugar, toma el regulador sosteniendo la primera etapa en la mano izquierda, coloca las dos segundas etapas en el lado derecho y el manómetro y la manguera del BCD en el lado izquierdo y fija la primera etapa en los grifos del cilindro.

Con el paso de aire cerrado, intenta inhalar desde las dos segundas etapas: esto no debería ser posible, esta prueba te permite verificar que no haya fugas en las segundas etapas.

Ahora fija la manguera/lati-guillo del BCD al tubo corrugado (Power), luego gira el manómetro con el vidrio hacia abajo, presiona la válvula de purga de una de las segundas etapas y abre lentamente el paso de aire del tanque. Cuando escuches salir aire por el regulador, suel-



Photo © Alessia Dallari



ta la válvula de purga de la segunda etapa y continúa abriendo el paso de aire hasta llegar al final de las vueltas y que ya no puedas girar más el grifo.

Intenta volver a respirar desde las dos segundas etapas: esta vez debes poder hacerlo con regularidad. Lee el manómetro y verifica que la presión en el tanque sea la esperada, finalmente verifica el funcionamiento del BCD, inflándolo con el botón de drenaje hasta que se abra la válvula de sobrepresión.



Mira el Video:
Armar/Montar el Equipo SCUBA



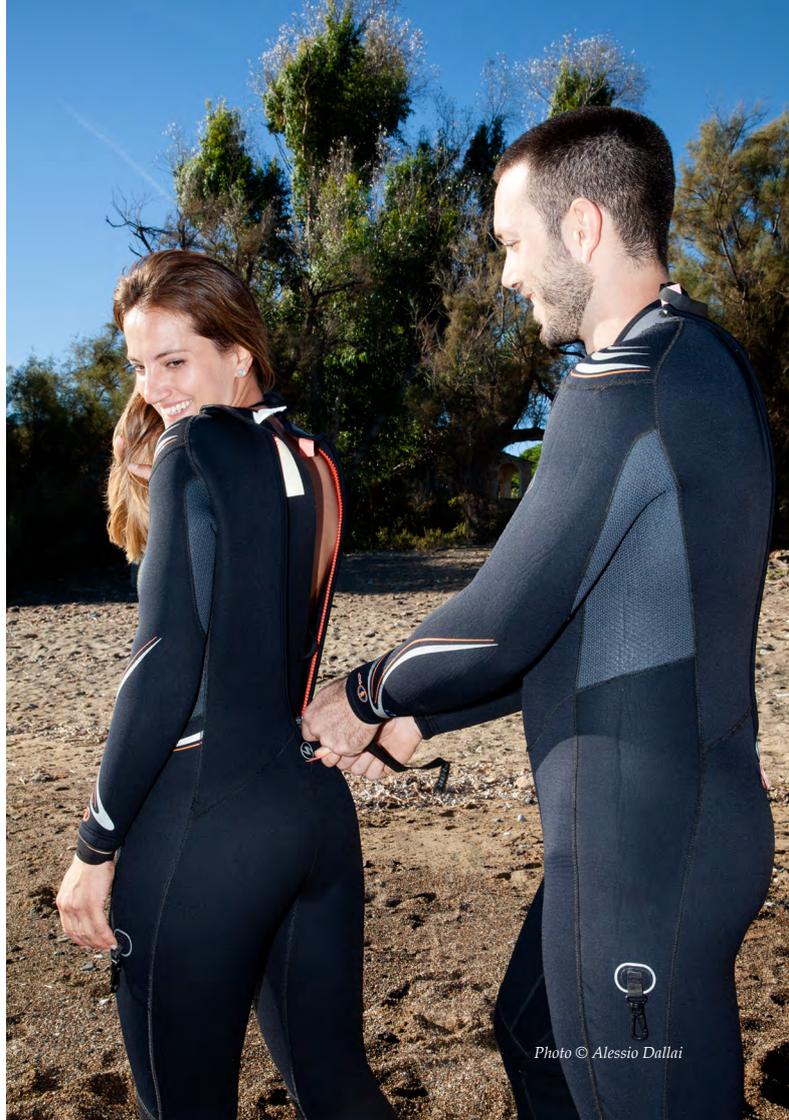
Mira el Video:
Modificar la Grifería de
DIN a INT

Recuerda que el buceo es un deporte que se practica en pareja por lo que en este punto es necesario intercambiar equipo con tu pareja y repetir los mismos chequeos de control.



Mira el Video:
Control del Compañero

Una vez preparada la unidad SCUBA, estarás listo para ponerte el equipo y entrar al agua.





COLOCARSE EL EQUIPO SCUBA

Para colocarse el equipo de buceo fuera del agua, los compañeros de buceo se ayudan entre sí.

Se debe realizar un último chequeo mutuo antes de entrar al agua para verificar que el cilindro está abierto, la banda con velcro y los sujetadores ventrales del BCD están correctamente cerrados y la FAA y el manómetro están fijados en las correspondientes carcasas ubicadas en el BCD para no tener latiguillos/mangueras colgando: el manómetro o el FAA que roza el fondo pueden romperse y además y no menos importante, causar daños al medio ambiente.



Mira el Video:
Colocarse el Equipo SCUBA

Puede suceder que lleves el equipo al agua y en este caso tengas que inflar el chaleco, girar el fondo del tanque hacia ti, agrandar bien los hombros del chaleco, colocar las manos sobre él, bajarlo, dar la vuelta y sentarte sobre el tanque, coloca los brazos en las correas de los hombros y deja que el chaleco se deslice detrás de la espalda, luego cierra la banda y los sujetadores ventrales.



Mira el Video:
Retirar y Colocar el Equipo SCUBA en Superficie

LA ENTRADA AL AGUA CON EL EQUIPO SCUBA

Para la entrada al agua con equipo SCUBA, se aplica lo dicho para las inmersiones de snorkel. Sin embargo, es necesario prestar atención al hecho de que estás usando un equipo bastante pesado fuera del agua, y chequear que has colocado bien los latiguillos/mangueras en las fijaciones especiales del BCD para que no se suelten el regulador de la FAA ni el manómetro.

Recuerda entrar siempre al agua con el chaleco inflado, la máscara en el rostro y el regulador en la boca para que puedas ver, respirar y flotar.



Mira el Video:
Entrada al Agua desde Embarcación con Paso de Gigante



Mira el Video:
Entrada al Agua desde Embarcación con Pies Unidos

EL PRIMER DESCENSO

Para sumergirte con equipo SCUBA, la mejor técnica es permanecer en posición vertical, cabeza arriba, desinflar completamente el chaleco, no aletear y vaciar los pulmones: así comenzarás a descender lentamente.



Mira el Video:
Descenso y Compensación

Recuerda compensar los oídos inmediatamente: pellizca tu nariz entre el pulgar y el índice y sopla suavemente, o traga o mueve la mandíbula. Con estas maniobras, el aire se empuja hacia los oídos a través de las trompas de Eustaquio para compensar la reducción de volumen debido al aumento de presión a medida que descienes bajo el agua.

RESPIRAR BAJO EL AGUA

El uso del regulador es extremadamente simple: deberás respirar despacio de forma regular, relajarte y disfrutar de las bellezas del mundo submarino.

Familiarizarse con el equipo también significa poder hacer frente a pequeños problemas que pueden ocurrir bajo el agua. Puede ocurrir, por ejemplo, que el regulador se escape de la boca: debes poder recuperarlo y vaciarlo del agua para continuar respirando.

Si te quitas el regulador de la boca bajo el agua, la segunda etapa se llena de agua y cuando te la vuelves a colocar en tu boca, es necesario vaciarlo antes de respirar. La técnica para vaciar el regulador es muy simple, se pueden usar dos métodos: exhalando en el regulador (el aire empujará el agua hacia afuera a través del bigote de drenaje) o presionando la válvula de purga (el botón ubicado en la parte delantera de la segunda etapa) y de esta forma el aire del cilindro empujará el agua hacia afuera.



Mira el Video:
Aclarado del Regulador
(2 modos)

Una vez vaciado, el regulador te permitirá reanudar la respiración.

También hay dos métodos para recuperar el regulador que ha salido de tu boca: inclinar el torso hacia la derecha, pasar la mano derecha cerca de la pierna, y trazar un semicírculo hacia atrás con el brazo: la manguera/latiguillo del regulador quedará así en el brazo por lo que será fácil volver a poner la segunda etapa en tu boca. El otro método es llevar la mano derecha detrás de la cabeza y buscar la primera etapa, tomar el latiguillo/manguera del regulador principal y recorrer la manguera con la mano hasta encontrar la segunda etapa.



Mira el Video:
Recupero
del Regulador (2 modos)

Independientemente del método utilizado, nunca debes contener la respiración bajo el agua, por lo que cuando no tienes el regulador en la boca debes emitir una serie de burbujas: es fácil hacerlo pronunciando una vocal.

LA SALIDA

Para la salida con equipo SCUBA aplica lo ya dicho para las salidas con equipo de snorkeling, considerando que tienes en la espalda un equipo que tiene cierto peso fuera del agua.

Algunas situaciones, por ejemplo, bucear desde un bote inflable, requieren la necesidad de quitar la unidad de buceo en el agua: en este caso, el cinturón de



Photo © Alessio Dallai



lastre será la primera parte del equipo que te quitarás y pasarás al personal en el bote, luego retiras el chaleco que ya estará inflado y lo pasarás al personal en el bote y finalmente podrás subir a bordo.



Mira el Video:
Salida en Embarcación
con Aletas Puestas



Mira el Video:
Salida en Embarcación sin Aletas

DESMONTAR EL EQUIPO SCUBA

Después de la inmersión, la unidad SCUBA debe desmontarse. El procedimiento es simple: primero cerrar el paso de aire del cilindro, luego eliminar la presión de aire que queda en las mangueras presionando la válvula de purga de uno de los reguladores, desconectar el latiguillo/manguera del BCD, liberar el FAA y el manómetro de los soportes en los que se encuentran amarrados, desenroscar el tornillo que fija la primera etapa a los grifos del cilindro y quitar la primera etapa, secar la tapa protectora de la primera etapa con un trozo de toalla o soplando con la boca y cerrar la entrada de aire de la primera etapa con su tapa, abrir la correa de sujeción del BCD al cilindro y quitar el BCD, no dejar el cilindro sin atención, sino recostarlo, para evitar que se caiga y se dañe o, peor aún, que hiera a alguien.

Una vez desmontada la unidad SCUBA, lava el BCD

y el conjunto completo del regulador con agua dulce antes de guardarlos.



Mira el Video:
Desarmar el Equipo SCUBA

08. ACCESORIOS PARA LA INMERSIÓN

Además del equipo que hemos cubierto hasta ahora, hay una serie de accesorios de buceo muy útiles para aprender a usar en tu inmersión.

EL CUCHILLO

Debe colocarse en un lugar de fácil acceso, por ejemplo, sujetándolo con correas especiales al chaleco, y es una herramienta indispensable a la hora de bucear: se puede utilizar para llamar a un compañero distraído golpeando con su mango el tanque. Es fundamental para retirar las líneas o redes abandonadas que pueden encontrarse durante el buceo. El cuchillo debe usarse con precaución para evitar dañar el medio ambiente. Como buceador responsable y atento a la protección del medio marino, solicita a tu Instructor más información sobre el programa *SNSI Ocean Guardian*.

BANDERAS Y BOYAS

Para quienes se encuentran en la superficie no es fácil notar la presencia de buzos bajo el agua, por lo que se ha creado un sistema de señalización para identificar a un grupo de buceadores bajo el agua.



SNSI Ocean Guardian



La señal internacional que indica la presencia de buzos es la bandera azul y blanca, Alfa, pronunciación fonética de la primera letra del Código Internacional de Señales, mientras que la bandera roja con una banda diagonal blanca se puede colocar tanto en un bote como en un elemento flotador llamado "boya de buceo".

Ambas señales indican a los otros barcos que hay buceadores en inmersión y muchos países cuentan con legislación que establece que no es posible acercarse a ellos en un radio de 100 metros desde el punto marcado, mientras que el buceador debe permanecer dentro de un radio de 50 metros de la señal.

BOYA DE SEÑALIZACIÓN INFLABLE

La Boya de señalización es muy útil para permitir que los barcos identifiquen a los buceadores que están ascendiendo, si se han alejado de la línea de fondeo o de la línea de ascenso del barco. Todos los buceadores con

sentido común deben llevar una boya de señalización: SMB (Surface Marker Buoy). En muchos países, y según la zona de buceo, es obligatorio por ley.

Para las inmersiones que este recorrido permite, es suficiente una boya de señalización equipada con una línea de 10-12 metros/30-35 pies enrollada en una plomada especial. Es importante que la boya se envuelva regularmente con la línea y se coloque en un bolsillo del chaleco o traje de neopreno (si el traje tiene uno), para que sea fácilmente accesible.



Mira el Video:
Lanzamiento de la Boya e
Marcación en Superficie (SMB)

La ubicación correcta de los accesorios depende del tipo de BCD que posea, tu instructor te ayudará a encontrar la ubicación correcta para cada accesorio.





EL SILBATO

El silbato es un accesorio que sirve para llamar la atención en la superficie: emergiendo lejos del barco, será más fácil ser escuchado usando el silbato y gastarás menos energía. El silbato debe fijarse al chaleco en un punto de fácil acceso. También hay señalizadores subacuáticos, que se insertan entre el latiguillo/manguera y el acoplamiento del BCD, funcionan con aire a presión, emiten un sonido audible incluso por el compañero más distraído: recuerda usarlo solo por necesidad, estamos inmersos en el mundo del silencio, no lo olvidemos.

LAS LINTERNAS SUBACUÁTICAS

Al leer este manual, aprenderás que todos los colores bajo el agua tienden a ser azules a medida que te sumerjas más profundo y que para restaurarlos es necesario encender una fuente de luz bajo el agua.

Las luces de buceo funcionan con baterías, que pueden ser recargables o no. Al momento de la compra, se debe considerar que una linterna de batería recargable tiene un costo inicial más alto, comparado con una linterna de batería desechable, pero debes pensar que cada vez que la usas tienes que comprar baterías nuevas para reemplazar las usadas. Por lo tanto, el uso de baterías recargables permite contribuir a la protección del medio ambiente, ya que la eliminación de las baterías desechables es bastante onerosa para la sociedad y el medio ambiente.

CAJA DE HERRAMIENTAS Y REPUESTOS

Tratemos de imaginarnos levantándonos temprano





en la mañana, cargando el equipo en el auto, tal vez conduciendo cien kilómetros para llegar a un lugar fantástico y poder allí bucear. Una vez en el lugar, la correa de la aleta se rompe y te ves obligado a abandonar la inmersión porque no tienes una de repuesto.

Cada buceador debe tener siempre un kit “salva inmersión” en el que habrá:

- Surtido de O-rings;
- Correa para la máscara;
- Correas de aleta y hebillas;
- La Scuba Tool, que consta de varias llaves y destornilladores en una sola pieza.;
- Pequeño botiquín de primeros auxilios.

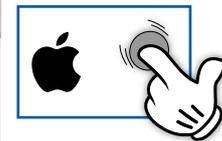
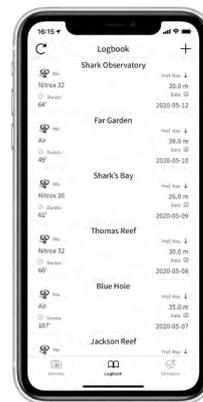
LA BITÁCORA DE BUCEO

Por último (pero no en orden de importancia entre los accesorios) la Bitácora de buceo: es el diario del buceador, la prueba de su experiencia, siempre que se registre cada inmersión realizada. También se registrarán una serie de datos que pueden ser útiles en la planificación de futuras inmersiones.

Con la llegada de los Smartphones, esta operación se puede realizar de forma digital. Concluir la inmersión registrando en la aplicación MySNSI tu buceo es la mejor manera de llevar contigo las emociones que acabas de sentir y recordarlas a lo largo del tiempo. Pregúntale a su instructor SNSI cómo usarla.

BOLSA PARA EL EQUIPAMIENTO

Para llevar todo el equipo con el que hemos buceado, necesitarás una bolsa o mochila grande que se puede comprar en cualquier comercio o tienda de equipos



Credenciales y Logbook siempre contigo.



de buceo. Los fabricantes de equipos de buceo producen mochilas especiales o bolsas muy espaciosas y resistentes divididas en compartimentos específicamente diseñados para contener las distintas partes que componen el equipo.

Comprar una bolsa de malla también será útil a la hora de bucear desde la embarcación, lo que permite que el agua se escurra y el equipo se seque más fácilmente.

09. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Como mencionamos anteriormente, una vez terminada la inmersión y desmontado el SCUBA, se debe en-



juagar todo el equipo en agua dulce para eliminar la sal que de otra manera lo arruinaría en poco tiempo.

A la hora de lavar el regulador asegúrate de haber puesto el tapón protector en la primera etapa: es fundamental que no entre agua ni suciedad por donde pasa el aire que respiras bajo el agua, mientras enjuagas también debes tener cuidado de no presionar el botón de purga de la segunda etapa, de lo contrario, el agua entra en la manguera que llegaría a la primera etapa.

Durante la inmersión en el BCD suele entrar un poco de agua entonces, para lavar el chaleco, hay que dejar salir el agua salada y también lavar el interior dejando entrar agua fresca por la válvula de drenaje BCD, agitar el chaleco haciendo que el agua llegue a todas las partes de la cámara de aire, luego vaciarla de agua y dejarlo secar en un lugar fresco y seco con la cámara de aire medio inflada para evitar que las paredes se peguen.

Todo el resto del equipo también debe enjuagarse con agua dulce y dejarse secar en un lugar fresco y seco. Si se trata con cuidado, el equipo tiene una vida útil muy larga; si lo descuidas, te encontrarás con fallos de funcionamiento que podrían crear problemas durante la inmersión.

El buen mantenimiento del equipo también consiste (al menos una vez al año) en que sea controlado y posiblemente revisado por un técnico especializado.

10. CONCLUSIÓN

Al finalizar este curso habremos contraído esa maravillosa enfermedad que es la pasión por el buceo.

Habremos entendido que la clave de una inmersión divertida es el nivel de comodidad en el agua y también aprenderás que dependerá sobre todo de la familiaridad con el equipo ese nivel de disfrute.

Cuanto más desenvuelto te sientas respecto al uso del equipo, más fáciles y relajantes serán las inmersiones: el nivel de tensión hacia el buceo disminuirá con el aumento de las habilidades manuales con el equipo, así que compra tu equipo personal lo antes posible, pide consejo a tu instructor que estará encantado de ayudarte y asesorarte en tus elecciones para que disfrutes al máximo del extraordinario "Planeta Mar".



Mira el Video
de la Sesión de Agua #2



PREGUNTAS DE REPASO - CAPÍTULO 2

1. **¿Cuáles son los métodos para inflar el chaleco?**
 - Con la boca soplando en el power.
 - Pulsando el botón de carga del power.
 - Ambas son correctas.
2. **La primera etapa reduce la presión del aire contenido en el cilindro a:**
 - Una presión intermedia.
 - La presión ambiente.
 - No reduce la presión.
3. **Con el grifo del tanque cerrado, tratando de respirar desde el regulador:**
 - Se respira fácilmente.
 - No se puede respirar.
 - Se respira mal.
4. **El ordenador de buceo sustituye:**
 - El profundímetro.
 - El reloj subacuático.
 - Ambas son correctas.
5. **¿Cuándo empiezas a compensar tus oídos?**
 - Tan pronto como la cabeza esté bajo el agua.
 - Tan pronto como sientas la presión.
 - Los oídos se compensan solos.
6. **Todos los buzos deben tener una boya de señalización en superficie (SMB).**
 - Verdadero.
 - Falso.



¡Tú puedes
marcar la diferencia!



SNSI Ocean Guardian





Apéndice CAPÍTULO 2:

LA INMERSIÓN CON TRAJE SECO



01. INTRODUCCIÓN

Una de las características que distinguen a SNSI es la de estar siempre a la vanguardia. Por esto, ya desde el primer nivel de aprendizaje introducimos el concepto de Nitrox y, además de esto, te enseñamos la teoría y el uso del Traje Seco. Hace tiempo, algunos buzos que ejecutaban inmersiones de Aguas Abiertas en aguas frías, donde la temperatura era inferior a los 21°C/70°F, después de haber pasado todo el tiempo bajo el agua en condiciones muy poco confortables, salían con frío y buscaban desesperadamente un lugar cálido y seco donde reponerse.

Todo esto se puede evitar sumergiéndose con un traje seco.

En este capítulo discutiremos las razones que llevan al uso del traje seco, las ventajas y técnicas de buceo con este tipo de protección térmica.

Si al finalizar este curso *SNSI Open Water Diver* quieres estar habilitado para usar un traje seco, necesitarás usarlo en todas las sesiones con SCUBA de tu curso, tanto en la piscina como en el mar. O puedes hacerlo más tarde asistiendo al curso de nuestra especialidad *SNSI Dry Suit Diver*.





02. ¿POR QUÉ UTILIZAR UN TRAJE SECO?

Bucear en aguas frías ofrece diferentes imágenes de entornos idénticos. El mismo lugar de buceo visitado en verano con aguas más cálidas tiene diferentes formas de vida en invierno.

En el pasado, la posibilidad de bucear en invierno era bastante limitada y reservada para los buceadores adictos a la actividad dispuestos a hacer cualquier tipo de sacrificio para poder sumergirse bajo el agua. Este fue el precio a pagar para visitar el maravilloso mundo que se encuentra debajo de la superficie, ya que los trajes secos fabricados generalmente estaban destinados a quienes iban a trabajar bajo el agua. Aquellos que usaban un traje seco tenían poca necesidad de movimiento y poca necesidad de comodidad, por lo tanto, los trajes secos de la época no eran fáciles de usar para el buceo recreativo. Hoy en día, los fabricantes de equipos de buceo producen trajes secos que son cómodos y fáciles de usar incluso para actividades recreativas, y este tipo de traje se ha convertido en una parte integral del kit de buceador deportivo: el uso del traje seco te permite no darte por vencido los fines de semana largos y divertidos con inmersiones repetitivas o inmersiones más largas gracias a la llegada de Nitrox, etc.

Otra actividad fascinante que se puede realizar fácilmente en invierno es el buceo nocturno. Gracias a la corta duración del día, es posible bucear en la oscuridad sin tener que volver a casa a altas horas de la noche. El buceo nocturno con traje seco ofrece ciertamente una mayor comodidad y la posibilidad de divertirse sin



OPCIÓN
TRAJE SECO

la necesidad de luchar contra la pérdida de calor. Sin embargo, bucear de noche requiere entrenamiento adicional que será el tema del curso *SNSI Advanced Open Water Diver* o la especialidad *SNSI Night Diver*.

Incluso en lo que respecta a los costos, basta con hacer bien los cálculos para comprender que el costo de comprar de un traje seco, aunque sea superior al de un traje de neopreno, se amortizará con el tiempo: de hecho, mientras que un traje de neopreno pierde sus características con el desgaste, un traje seco bien cuidado y mantenido dura muchas inmersiones y en cualquier caso, en caso de rotura o cortes, se pueden reparar con modestos costos. Aparte del hecho de que la comodidad y el confort que ofrecen los modelos modernos son excelentes.

Además de todas estas consideraciones, una ventaja que no debe pasarse por alto es la eliminación total del riesgo de encontrarse con un problema de hipotermia y, por tanto, también la reducción del riesgo de Enfermedad por Descompresión (EDC). Mantenerse caliente y seco durante y después del buceo también significa menos pérdida de energía y, por lo tanto, menos cansancio al final del día de buceo.

03. TIPOS DE TRAJE SECO

Existen diferentes tipos de traje seco en el mercado y cada buceador puede elegir el modelo que considere más cómodo y adecuado a sus necesidades.

Lo que más diferencia a un traje seco de otro es el material utilizado para fabricarlo.



El traje seco de Tributilo laminado, comúnmente llamado **Trilaminado**, se fabrica con capas de caucho butílico alternadas con capas de nylon. Este tipo de traje de neopreno se puede fabricar a medida, es ligero y resistente, fácilmente reparable como el tubo de una bicicleta. Sin embargo, aunque es bastante delgado, requiere una ropa interior importante para mantener al buceador abrigado.

Los de **Goma Vulcanizada** son del mismo material con el que están contruidos los botes inflables. El calor y la presión se utilizan para armar este tipo de traje, que es prácticamente sin costuras.

Si en la fabricación no se utiliza una mezcla de cauchos naturales con materiales sintéticos, el resultado es



un traje de neopreno muy suave y elástico, lo cual significa que el traje se infla más de lo que uno quisiera cuando se introduce aire en el interior. En cuanto a la reparación, el método utilizado es el mismo que se utiliza para el traje de neopreno Trilaminado.

Los trajes secos de **Neopreno de Celda Cerrada** se arman con el mismo proceso que se usa para los trajes de neopreno, ya que el material es el mismo del que están hechos los trajes de neopreno comunes. Este tipo de traje seco fue el primero en estar equipado con válvulas de entrada de aire de baja presión y cierres (cremalleras) estancas. Generalmente, el cuello y los puños también están hechos de neopreno con un grosor generalmente menor (3 mm) y sellan todas las vías posibles por donde se filtraría el agua.

Los trajes secos de **Neopreno Precomprimido** están hechos con neopreno grueso, especialmente comprimido y luego recubierto de nylon. Con este procedimiento adquieren una robustez apreciable, manteniendo una buena elasticidad y facilidad de uso. Incluso para estos trajes de neopreno, el montaje se realiza pegando y cosiendo el neopreno. A diferencia del traje de neopreno de celda cerrada, las celdas de este neopreno no tienden a romperse con el uso y, por lo tanto, la protección isotérmica de este tipo de traje dura mucho tiempo incluso si se utiliza intensamente.

04. CARACTERÍSTICAS DEL TRAJE SECO

Los trajes secos llevan incorporadas botas que pueden ser más o menos rígidas, o botas sin suela: en este



caso es necesario superponer un calzado de suela dura para proteger el calcetín o media de laceraciones que permitirían la penetración del agua. Algunos neoprenos también están equipados con rodilleras y refuerzos en los puntos de mayor desgaste.

La **cremallera** o **cierre estanco** es muy importante en el traje porque si está bien diseñado permite vestirse y desvestirse de forma cómoda y sencilla. Hay cierres estancos en metal y plástico. Los cierres metálicos son sin duda más robustos y requieren menos atención en su uso, por otro lado son más rígidos y pesados por lo que hacen que el traje seco calce de forma menos “agradable”. Las cremalleras de plástico estancas se han utilizado durante algunos años y están mejorando cada vez más su rendimiento, se cree que en unos años las cremalleras metálicas ya no se usarán en los trajes secos que usan los buceadores recreativos que buscan comodidad y facilidad para manejar su propio equipo.

Otro detalle importante con respecto a la cremallera es dónde se coloca. Hay trajes con una cremallera montada detrás de la espalda, “de hombro a hombro”,

TIPOS DE CREMALLERAS



Cierre Metálico



Cremallera de Plástico



Cremallera Frontal



Cremallera Trasera

denominada cremallera trasera, y trajes con una cremallera montada en la parte delantera “de hombro a lado” en diagonal al buceador, generalmente desde el hombro izquierdo hasta la cadera derecha, llamado cremallera frontal. Las cremalleras traseras se montan preferiblemente en trajes de neopreno, mientras que las cremalleras delanteras se prefieren generalmente en trajes de trilaminado. Esta elección radica en que la cremallera frontal requiere el uso de una mayor cantidad de tejido o material, ya que para que el traje sea cómodo para poner y quitar, es necesario que la parte del “torso” del traje sea más larga y, una vez usado, el traje se pliega sobre sí mismo como un “fuelle”.

Otro componente fundamental del traje seco es la capucha, que puede ser seca o húmeda. La capucha húmeda es de neopreno de celda cerrada, mientras que la capucha seca está hecha de látex y puede mantener la cabeza completamente seca, lo cual es una gran ventaja cuando se bucea en agua muy fría.

El **Cuello** y los **Puños** son las partes más delicadas del traje seco porque no deben permitir la entrada de agua. Normalmente están fabricados en neopreno, látex o silicona.

Los de neopreno ofrecen una mayor protección térmica (especialmente en el cuello) y son más suaves y fáciles de usar, pero con algunos movimientos o torsiones de las articulaciones podrían permitir que se filtren unas gotas de agua.

Los de látex tienen un mejor sellado “estanco”, pero ofrecen una protección limitada respecto al frío (que se puede solucionar con guantes y capucha adecuados) debido a su delgado grosor y, por la misma razón, más delicados



EL CUELLO Y LOS PUÑOS



de manejar: una uña podría afectar el látex o romperlo y así obligarnos a hacer reparar el traje por un técnico especializado.

Recientemente se están extendiendo los de silicona que ofrecen las mismas ventajas de sellado que el látex, pero al estar equipados con un sistema de sujeción especial de anillas al traje, pueden ser reemplazados directamente por el usuario en caso de que se dañen.

AJUSTE DEL TRAJE SECO

La talla correcta de un traje seco está determinada sobre todo por la longitud, que debe ser tal que te permita extender completamente los brazos hacia arriba sin sentirte apretado; sin embargo, no debe ser demasiado largo, de lo contrario correrás el riesgo de que tus pies se salgan de las botas cuando estés en el agua. Muchos fabricantes te dan la oportunidad de tener tu traje de neopreno hecho a medida, una solución ideal para tener un ajuste perfecto.

Cuando compras un traje seco con cuello y puños de látex, necesitas adaptar el cuello y los puños a tu talla. Hay que probarse el cuello y si queda demasiado apretado, cortar una tira de unos milímetros y volver a intentarlo hasta que el cuello quede ceñido sin apretar. El mismo procedimiento aplica con los puños.

Si el traje tiene cuello y puños de neopreno, estos se pueden ensanchar un poco forzándolos al colocarlos en algo de mayor diámetro, como un cilindro para ensanchar el cuello. Si, por el contrario, el cuello es demasiado grande, será necesario sustituirlo por uno más pequeño.

Si eliges puños de silicona, suelen estar disponibles en dos tamaños: pequeño/mediano y grande/extra-grande; también se pueden cortar para adaptarlos perfectamente a tu talla.

Cabe destacar también que es posible montar tanto en puños de látex como de silicona, un sistema que permite llevar guantes secos, sumamente cómodos y confortables cuando el agua está muy fría. Últimamente la silicona está reemplazando cada vez más al látex por dos razones principales: el mantenimiento es más sencillo porque pueden ser reemplazados fácilmente; el látex debe tratarse con mucho cuidado porque se deteriora más fácilmente.

LAS VÁLVULAS DEL TRAJE SECO

Como ya se mencionó, el traje seco está equipado con dos válvulas, una para la entrada de aire (o válvula de carga) y una para la descarga.

Las **Válvulas de Carga** trabajan con un mecanismo



similar al del chaleco compensador. Generalmente se colocan en el centro, a la altura del pecho del buzo y - los de calidad - hoy son "giratorios" en el sentido de que se puede girar la válvula sobre sí misma para ajustar a voluntad la posición del conector para la manguera/latiguillo de baja presión. De esta forma, el buzo pueda elegir cambiar la posición entre la derecha o la izquierda. Presionando el botón de la válvula, el aire a baja presión tomado del cilindro entrará en el traje.

Si el traje se utiliza sin conectar el latiguillo/manguera a la válvula de inflado, puede producirse una infiltración de agua a través de esta válvula. Por esta razón, algunos modelos vienen dotados de un tapón que se coloca en lugar del latiguillo/manguera en el caso de que se quiera utilizar el traje seco para deportes acuáticos distintos del buceo con equipo SCUBA, como el snorkeling por ejemplo.



Mira el Video:
[Montaje del Latiguillo/Manguera de Carga del Traje Seco](#)

La **Válvula de Descarga** del traje seco se coloca generalmente en la parte superior de la manga izquierda. Se puede utilizar de dos maneras: la manual, que sólo se puede accionar pulsando la propia válvula, que funciona con un resorte que, en el momento en que cesa la presión, cierra el dispositivo; o de descarga automática que, cuando se produce una sobrepresión dentro del traje, permite la salida de aire sin necesidad de inter-



vención manual del buzo. Para ello hay que calibrar la válvula abriéndola completamente, girando en sentido contrario a las agujas del reloj y cerrándola luego lo justo girando en sentido de las agujas del reloj. Si está bien regulada, la válvula mantiene constante la presión del aire en el interior del traje y, en consecuencia, también el volumen del traje: dejando salir el exceso de aire cuando el buceador asciende a profundidades menores. Para ello es necesario mantener una posición en la que la válvula esté elevada con respecto al resto del cuerpo y regular la salida de aire simplemente subiendo o bajando ligeramente el brazo.

En general, las válvulas de inflado dejan entrar menos aire del que pueden dejar salir las válvulas de descarga, por lo que si la válvula de inflado se queda atascada en la posición de apertura, todavía es posible evitar el ascenso descontrolado. Tu instructor te hará probar el ejercicio de "Comprobar el Flujo de la Válvula", para poner en práctica lo anterior.



Mira el Video:
Uso de la Válvula
de Carga y Descarga

Atención: **el traje seco no debe sustituir al chaleco compensador de la flotabilidad.** En el interior del traje se debe introducir la cantidad de aire suficiente para prevenir el aplastamiento del tejido sobre el cuerpo del buzo, mientras que **la flotabilidad debe ser controlada siempre con el BCD.**



05. QUÉ LLEVAR BAJO EL TRAJE SECO

Para mantener una temperatura corporal cómoda, los buceadores que se sumergen con un traje seco deben llevar ropa interior bajo el mismo. Es posible utilizar una sola prenda interior (normalmente compuesta por capas de diferentes tejidos) o se pueden utilizar capas superpuestas de ropa interior. La elección, además de la preferencia individual, dependerá de la temperatura del agua y del tipo de inmersión.

Una característica muy importante de una buena vestimenta interior es que permite que la humedad (nuestro sudor) respire hacia el exterior de la misma y esto depende del material del que esté hecho. Cuando tomes tu curso SNSI *Advanced Open Water Diver*, apreciarás las cualidades de transpirabilidad de la ropa



SNSI Advanced
Open Water Diver

TIPOS DE INTERIORES PARA TRAJE SECO



*Interiores "ligeros"
para trajes secos de Neopreno*



*Interiores "gruesos"
para trajes secos Trilaminados*

interior del traje seco, especialmente durante las inmersiones nocturnas y las más profundas, ya que estarás en el agua durante períodos más largos.

Otro factor importante, a menudo subestimado, es la resistencia al viento. Cuando te quitas el traje seco al final de la inmersión, a menudo te quedas sólo con la ropa interior. Si hay viento se puede sentir el frío. También si buceas desde una embarcación, estás expuesto al viento mientras te mueves.

Bajo el agua es necesario tener una gran libertad de movimientos, por lo que la ropa que se lleva en el inte-





rior del traje seco debe ajustarse bien al cuerpo y elegir la talla correcta es esencial para esto. En la tienda, antes de comprar la vestimenta interior, debes probártela con una camiseta puesta porque debajo se suele llevar alguna ropa interior térmica más. Una talla excesiva también podría crear problemas: cuando un interior es demasiado grande formará molestos pliegues dentro del traje, reduciendo nuestra libertad de movimiento, y también requerirá uno o dos kilos (media o una libra) de lastre adicional.

Las vestimentas interiores de buena calidad suelen constar de varias capas:

- una capa interior de material muy fino, como lana o similar, que debe ajustarse bien al cuerpo;
- una capa intermedia que cumple la verdadera función de aislamiento térmico (la calidad, el grosor y la tecnología influyen en su rendimiento);
- una capa exterior que, además de facilitar la colocación del traje seco, garantiza la transpiración y la protección contra el viento.

A la misma temperatura del agua, los distintos trajes secos requieren una ropa interior diferente: un traje seco trilaminado requiere una ropa interior más pesada y gruesa que un traje seco de neopreno.

Hoy en día existen en el mercado innumerables tipos de ropas interiores, con diferentes características. Tu Instructor SNSI o el vendedor de tu traje seco seguramente podrán recomendarte el más adecuado para las características del traje seco elegido y la temperatura del agua en la que piensas bucear.

06. BUCEO CON TRAJE SECO

Ponerse un traje de neopreno es mucho más fácil que ponerse uno húmedo. Sin embargo, hay que tener cuidado con el sobrecalentamiento, ya que salir del agua con el traje seco puesto puede provocar fácilmente un aumento excesivo de la temperatura corporal y de la sudoración, mientras que puede ser muy agradable llevar un traje seco fuera del agua cuando llueve o cuando hay que recorrer cierta distancia en un barco abierto para llegar al lugar de inmersión.

Normalmente es preferible preparar todo el equipo antes de ponerse el traje seco. Una vez puesta ropa del interior, entras en el traje empezando por las piernas, luego los dos brazos y por último la cabeza por el cuello. Coloca correctamente el cuello y los puños: si el cuello del traje seco es de neopreno, debe doblarse hacia dentro, mientras que el cuello de látex puede dejarse recto; asegúrate de que el cuello se adhiere a la piel y de que no hay pelo ni ropa interior entre el cuello del traje seco y tu propio cuello. Lo mismo ocurre con los puños.

Para evitar las infiltraciones de agua, la cremallera trasera debe estar perfectamente cerrada con la ayuda de tu compañero de buceo, asegurándote de que el deslizador del cierre está al final de su recorrido. Una vez que te has puesto el traje seco por completo y lo



Mira el Video:
Colocarse el Traje Seco



Photo © Stefano Cerbai

has cerrado herméticamente, es una buena idea dejar salir el aire atrapado en el traje seco agachándote de rodillas y sujetando la válvula de drenaje.

Si el latiguillo/manguera de carga está montado a la izquierda, un método cómodo e inmediato de acoplar el latiguillo es hacerlo antes de ponerse el chaleco: poner el brazo izquierdo dentro de la correa del hombro izquierdo, tomar el latiguillo con la mano izquierda, sacar el brazo y acoplarlo a la válvula de carga, evitando así que el latiguillo, cuando se coloca el SCUBA, quede detrás de la espalda y sea difícil de alcanzar. Si, por el contrario, la manguera viene de la derecha, puedes decidir llevar el chaleco de derecha a izquierda con el mismo procedimiento.

Los métodos de entrada al agua y de inmersión con el traje húmedo, aprendidos en los cursos anteriores, son en principio también válidos para el traje seco.

Una vez que se ha chequeado el peso correctamente, estás listo para comenzar el descenso: además de todo el aire del BCD, en este caso hay que evacuar el aire que queda dentro del traje de neopreno. También para ello es importante descender, los primeros metros, con los pies hacia abajo: al aumentar la profundidad, la presión creciente comprimirá el aire que queda en el traje y lo hará salir por la válvula de descarga. Al descender, será necesario compensar no sólo, como siempre, los oídos y la máscara, sino también el traje seco, para evitar el efecto de succión. La cantidad de aire a introducir es la necesaria para que el traje no comprima el cuerpo del buceador, el tejido no tome pliegues que, por efecto de la presión hidrostática, pueden ser muy dolorosos sobre la piel del buzo.





El control de la flotabilidad debe realizarse con el BCD. Ascender a la superficie con el traje seco puesto requiere algunas precauciones más que con el traje húmedo, porque además del exceso de aire del BCD, también hay que liberar el aire del traje seco. Debes ascender manteniendo la mano izquierda en la válvula del chaleco compensador de flotabilidad, como para un ascenso normal. Esta posición permite, además de un excelente control del BCD, la descarga automática del aire del traje seco, que por esta razón tiene la válvula de descarga en la parte superior de la manga izquierda.

POTENCIALES PROBLEMAS CON EL TRAJE SECO

Sólo hay un problema que puede ocurrir cuando se utiliza un traje seco: la pérdida de control de la flotabilidad. Con el asesoramiento del instructor SNSI y un poco de práctica será fácil aprender a manejar este equipo.

Una de las razones que podrían causar la pérdida de flotabilidad es la inundación, que es poco probable pero que puede solucionarse retirando el cinturón de lastre e inflando BCD. La otra causa de la pérdida de flotabilidad puede ser el exceso de aire en el traje, que puede ser causado por el bloqueo de la válvula de entrada de aire "en apertura", causado por el exceso de inflado por parte del buceador. En caso de bloqueo de la válvula, el problema se resuelve desconectando rápidamente la manguera de baja presión conectada al cilindro y descargando el aire del traje seco. También puedes encontrarte con demasiado aire en el traje cuando cambies tu profundidad durante una inmersión: recuerda, por tanto, que si cambias de profundidad su-

biendo unos metros necesitas descargar el aire que se expandirá dentro del traje seco debido a la disminución de la presión hidrostática. Cuando te encuentras con demasiado aire en el traje, puede ocurrir que la válvula de descarga no sea capaz de expulsar suficiente aire, precisamente por el exceso de presión dentro del traje. En esta situación, la única solución es utilizar dos dedos para separar el cuello del traje y dejar salir el exceso de aire. Tras esta maniobra entrará el agua, pero si el caso lo requiere, es necesario realizar la maniobra descrita, que se tratará más adelante entre los ejercicios a realizar en el agua.

PRACTICA EL USO DEL TRAJE SECO

El peso correcto: Como se ha mencionado, el método para encontrar el peso correcto en un traje seco es el mismo que cuando se usa un traje húmedo, con algunas modificaciones. Es necesario que, antes de entrar en el agua, el buceador deje salir todo el aire posible del traje seco que lleva puesto, agachándose y pulsando la válvula de descarga. Una vez en el agua, con el chaleco desinflado y los pulmones medio llenos, el agua debe estar a la altura de los ojos, al exhalar debes hundirte lentamente manteniendo los pies abajo.



Mira el Video:
Chequeo de Lastre
con Traje Seco

Colapsar el traje seco: descender ganando profundidad sin inflar el traje seco hasta que sientas un aplas-



tamiento en tu cuerpo. Este es el efecto ventosa, y es el momento de inflar el traje seco lo suficiente para eliminarlo.

A continuación, debes realizar el ejercicio de control de la flotabilidad, primero inflando el chaleco por la boca y luego utilizando la válvula de inflado.



Mira el Video:
Descenso y Ecuilización
del Traje Seco

Comprobar el flujo de las válvulas: El objetivo de este ejercicio es comprobar si la capacidad de la válvula de descarga del traje seco es mayor que la capacidad del suministro de aire a través de la válvula de carga. Para ello, una vez obtenida la posición neutra, es necesario actuar simultáneamente sobre las dos válvulas del traje para establecer si la válvula descarga aire más rápido de lo que se suministra. Será necesario colocar la válvula de descarga en alto (hombro izquierdo) antes de comenzar el ejercicio y estar preparado para expulsar el aire del cuello o del puño en caso de que la flotabilidad sea demasiado positiva.



Mira el Video:
Comprobar el Flujo de la Válvula

Simular el bloqueo de la válvula de inflado: El ejercicio se puede realizar en pareja: el compañero presiona

OPCIÓN TRAJE SECO

continuamente la válvula de inflado del traje y en cuanto se empieza a sentir la flotabilidad positiva debes desconectar la manguera de la válvula de carga y descargar inmediatamente el exceso de aire del traje.

Simular la pérdida de control de flotabilidad: Durante la inmersión, en flotabilidad neutra, infla el traje seco hasta que la flotabilidad sea positiva, y luego libera el aire por el cuello. Este ejercicio dejará entrar algo de agua en el traje seco, pero es muy útil para comprender lo fácil e inmediato que es descargar el aire del traje seco separando ligeramente el cuello.



Mira el Video:
Bloqueo de la Válvula de Carga

Volcado/Darse vuelta: Una situación desagradable en la que te puedes encontrar cuando buceas con un traje seco es acabar con los pies en alto. En este caso, todo el aire del interior del traje de neopreno fluye hacia las piernas y las botas y no es posible descargarlo. Para ello es necesario ponerse de pie: llevar las rodillas al pecho y, con la ayuda de los brazos, girar hasta volver a la posición correcta.



Mira el Video:
Darse Vuelta con el Traje Seco

Ascenso controlado: Para ascender con el traje seco

es necesario partir de la flotabilidad neutra con una ligera patada de aletas hacia arriba y luego soltar el aire tanto del BCD como del traje seco para controlar la velocidad de ascenso. Detente a 3-4 metros/15 pies en flotabilidad neutra para simular una parada de seguridad y acostumbrarse al control de la flotabilidad. Una vez en la superficie, infla el chaleco para lograr una flotabilidad positiva.

07. PROCEDIMIENTOS DESPUÉS DE LA INMERSIÓN

Quitarse el traje seco después de una inmersión será una agradable sorpresa: sentirás inmediatamente el placer de estar seco y caliente. Quitarse el traje seco es más cómodo que quitarse el traje húmedo. Para pasar la cabeza, toma el collar (el agujero del cuello) con las dos manos dejando los pulgares fuera, extiéndelo, baja la cabeza hacia delante y desliza el collar desde la nuca hacia la parte superior de la cabeza. Para pasar las manos, introduce los dedos índice y corazón (dedo medio) en el interior del manguito (puño), extiéndelo suavemente y desliza la mano hacia dentro.

08. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

Un buen mantenimiento y cuidado del traje seco prolongará su vida útil y hará que la inversión en este equipo merezca la pena.

Después de cada inmersión, el traje seco, al igual que el resto del equipo, debe aclararse con agua dulce, evitando que entre agua en su interior y enjuagando con especial cuidado las válvulas, el cuello y los puños,



sobre todo si son de látex. La cremallera debe lubricarse frecuentemente con cera para evitar que el material se oxide y que el deslizador se deslice con dificultad. No es necesario aclarar el interior del traje de neopreno, a menos que se haya producido una infiltración de agua salada.

Una vez enjuagado, el traje seco debe ponerse a secar en un lugar fresco y seco, sin dejarlo a la luz directa del sol, lo que provocaría su decoloración y dañaría el tejido.

Si el traje no se utilizará durante cierto tiempo, una buena costumbre es guardarlo en su bolsa, protegiendo los puños y el cuello de látex con polvos de talco y los puños y el cuello de silicona con grasa de silicona.

En caso de desgarrar, el traje seco puede repararse fácilmente, pero siempre es aconsejable dirigirte a tu distribuidor de confianza o a un taller de reparación de trajes secos especializado.

09. CONCLUSIÓN

En los últimos años, el uso del traje seco en el buceo recreativo se ha popularizado exponencialmente.

El uso del traje seco en el buceo recreativo contribuye a que se aprecie la belleza y la facilidad de esta actividad al eliminar el problema del frío y el riesgo de hipotermia cuando se bucea en aguas frías.



Mira el Video
de la Especialidad Dry Suit Diver

PREGUNTAS DE REPASO APÉNDICE CAPÍTULO 2:

1. ¿Cómo introduces aire en tu traje seco?
 - Con la manguera/latiguillo de baja presión.
 - Con la boca.
 - Ambas son correctas.
2. ¿Dónde se encuentra normalmente la válvula de descarga del traje seco?
 - Parte superior del brazo izquierdo.
 - Parte superior del brazo derecho.
 - Parte superior de la pierna izquierda.
3. ¿Se puede utilizar el traje seco para controlar la flotabilidad?
 - Si.
 - No.
 - Algunas veces.

Dive Up Your Life
www.scubasnsi.com



OPCIÓN:

Si utilizas el Traje Seco en todas las Sesiones de agua con SCUBA, tanto en piscina como en Aguas Abiertas, recibirás la Certificación **SNSI Open Water Dry Suit Diver.**

CAPÍTULO 3:

FÍSICA DE LA INMERSIÓN



01. INTRODUCCIÓN

El entorno natural en el que vive el ser humano es la superficie de la tierra y el aire a su alrededor. Cuando buceamos entramos en un entorno muy diferente, por lo que, además de necesitar el apoyo del equipo, necesitamos saber cuáles son los efectos de las leyes físicas en nuestro cuerpo durante la inmersión.

El cuerpo humano puede adaptarse para funcionar tan bien bajo el agua como en tierra.

El proceso de respiración es fundamental para mantener la vida.

Las diferencias entre la respiración bajo el agua y en tierra dependen del equipo, del que ya hemos hablado, y del conocimiento de los cambios que sufre el proceso de respiración debido al agua y a la presión que ejerce.

En este capítulo veremos en detalle cómo respirar correctamente durante el buceo y otras técnicas de adaptación al medio acuático: cómo mantener la flotabilidad y realizar los descensos y ascensos con la máxima comodidad.

02. LA RESPIRACIÓN Y EL INTERCAMBIO GASEOSO

Cada acto respiratorio comienza con impulsos nerviosos del cerebro a los músculos intercostales. Éstos, al contraerse, elevan las costillas y simultáneamente bajan el diafragma hacia la cavidad abdominal. En virtud de estos movimientos musculares, los pulmones se expanden y se llenan de aire.

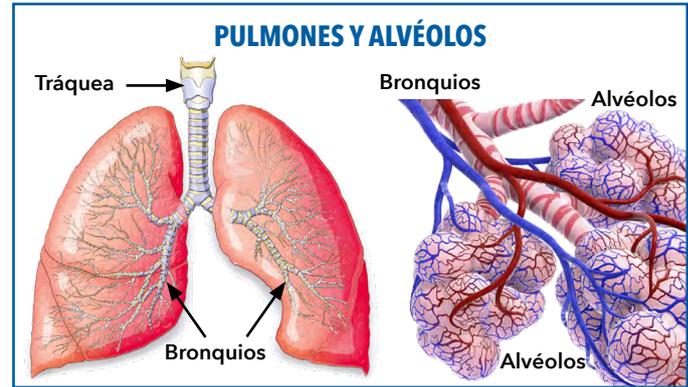


Los **pulmones** son, básicamente, sacos esponjosos (alvéolos) conectados a capilares. Con cada respiración, el aire es conducido a través de las vías respiratorias (nariz, boca, faringe, laringe, tráquea y bronquios) hasta los sacos aéreos de los pulmones.

El aire contiene aproximadamente un 21% de oxígeno y un 79% de nitrógeno, así como fracciones de otros gases que no tenemos en cuenta.

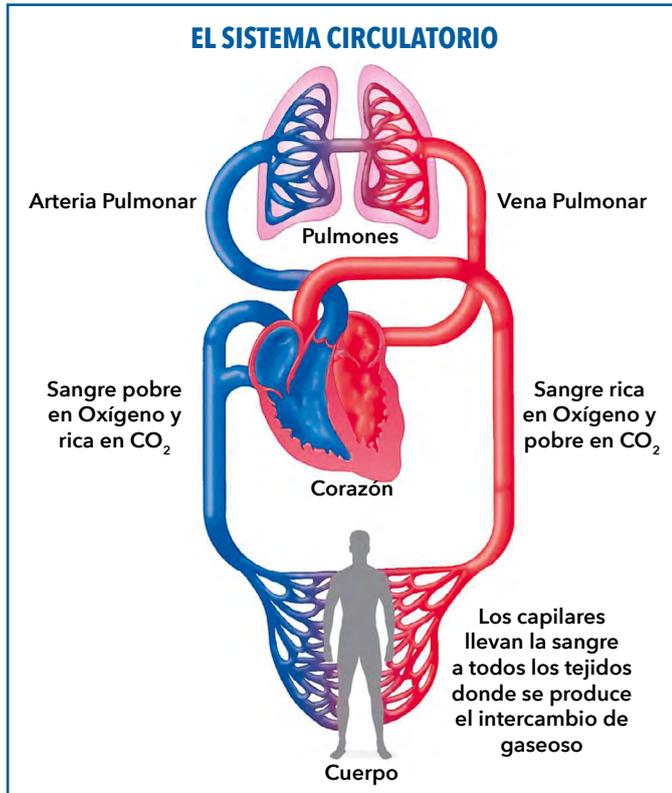
El oxígeno presente en el aire e introducido con el acto respiratorio en los pulmones, es absorbido por la sangre a través de las finas paredes de los **alvéolos** pulmonares. Cargada de oxígeno, la sangre vuelve al corazón, que la bombea y la distribuye, a través de las arterias, a todo el organismo, que utilizará el **oxígeno**, en parte, para nutrir a las células. El nitrógeno, que es un gas inerte, no participa en el intercambio gaseoso. Como el oxígeno es tomado por las células de la sangre (los glóbulos rojos), el **dióxido de carbono** es en cambio cedido por las células a la sangre, como producto de desecho del metabolismo celular y, devuelto a los pulmones a través de las venas, pasa a los alvéolos y es exhalado, para hacer lugar al aire puro y comenzar un nuevo ciclo respiratorio.

El papel del dióxido de carbono en el proceso respiratorio tiene una importancia fundamental: de hecho, el estímulo del acto respiratorio y la frecuencia de la respiración están determinados por el nivel de dióxido de carbono en la sangre. En cuanto este nivel se eleva, el centro respiratorio, situado en el cerebro, envía un número creciente de señales, a través del sistema nervio-



so, a los músculos de la respiración provocando un aumento de la frecuencia de los actos respiratorios. Existe así una relación continua entre el nivel de dióxido de carbono y la frecuencia y profundidad de la respiración.

La actividad de los pulmones y el corazón es rítmica



y mantiene un intercambio de gases adecuado, incluso en respuesta a los cambios en las necesidades del cuerpo. En la práctica, se puede respirar bajo el agua con la misma normalidad que en la superficie, salvo alguna ligera modificación.

Bajo el agua, la presión y la densidad del aire cambian, por lo que los hábitos respiratorios también tendrán que adaptarse a esta situación ambiental diferente. Generalmente, durante la inmersión el acto inspiratorio es más profundo y, gracias al limitado esfuerzo físico (los buzos no deben realizar esfuerzos físicos bajo el agua), el ritmo ventilatorio se mantiene regular, preservando así el equilibrio del intercambio de gases.

Sin embargo, es posible que el ritmo regular se interrumpa: un esfuerzo prolongado, como nadar contra una corriente fuerte, y la agitación por esto, pueden hacer que la respiración se vuelva más frecuente y superficial. En este caso, con cada respiración, sólo se elimina una pequeña parte del dióxido de carbono, con el consiguiente aumento de su nivel en la sangre y una aceleración del ritmo respiratorio.

Cuanto más tiempo se mantenga la respiración superficial, peor será la situación. Incluso si se aumenta el ritmo respiratorio, no será suficiente para reducir el nivel de dióxido de carbono en la sangre debido a la poca profundidad de la respiración y el consiguiente escaso suministro de aire fresco.

Para solucionar el problema tienes que detenerte, concentrarte y respirar más profundamente hasta que tu respiración vuelva a estar bajo control.

Es necesario, como buceadores, desarrollar el hábito de **inhalar y exhalar lenta y regularmente**.

La inhalación y la exhalación deben tener lugar continuamente, sin pausas. Además, debes recordar que nunca debes contener la respiración: aunque no tengas



el regulador en la boca, debes seguir exhalando y dejando salir un hilo de burbujas por la boca.

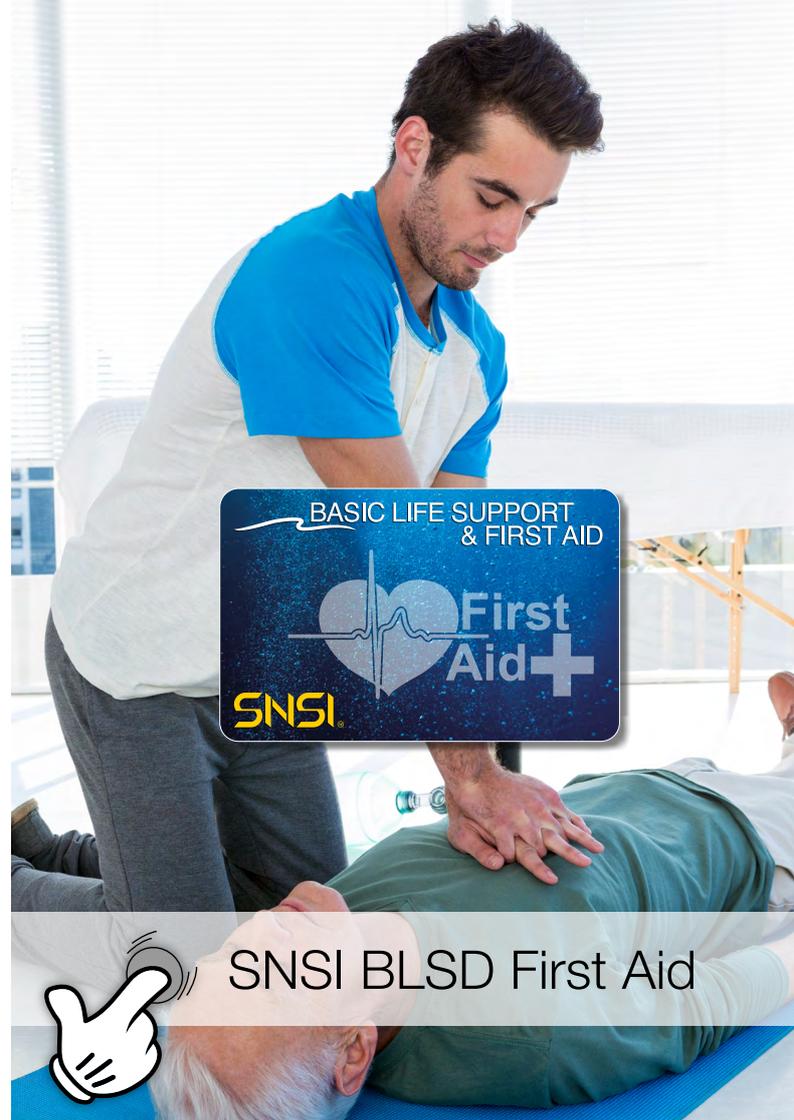
Un regulador inadecuado o defectuoso puede crear problemas de respiración: por esta razón es necesario recordar el correcto mantenimiento de tu equipo de buceo.

03. PRIMEROS AUXILIOS RESPIRATORIOS

Cuando la respiración se detiene, el proceso de intercambio gaseoso se interrumpe y se produce la asfixia o el sofoco. Cuando esto ocurre en el agua, la consecuencia puede ser el ahogamiento. Si alguien deja de respirar, debe administrarse asistencia respiratoria lo antes posible. De hecho, en ausencia de respiración, el corazón sigue bombeando sangre durante unos minutos, llevando oxígeno residual al cerebro y al resto del cuerpo.

Una acción de rescate rápida y sin demora hacia la víctima de una parada respiratoria puede prevenir una parada cardíaca. Si no se restablece la respiración, el corazón se detendrá y habrá que administrar la reanimación cardiopulmonar (RCP). La reanimación cardiopulmonar sólo puede ser realizada por quienes han recibido la formación adecuada para llevarla a cabo. Es esencial estar preparado para prevenir problemas, por lo que todo buceador debería realizar el curso de primeros auxilios **SNSI BLSD First Aid**.

Si te encuentras con una persona en la superficie que no da señales de vida, el comportamiento a adoptar es el siguiente: antes de acercarse, llama su atención, ase-



SNSI BLSD First Aid



SNSI Rescue Diver

gurándote así de que la persona está inconsciente; si así acércate y asegúrate de que la persona puede flotar; entonces, si la presunta víctima lleva equipo de buceo, quítaselo y abandona el lastre, coloca una mano en la frente y con la otra ejerce oposición bajo el cuello para provocar una hiperextensión de las vías respiratorias superiores, acerca tu oído a la boca de la víctima para escuchar si hay una respiración que indique el acto de respirar. Si no hay evidencia de respiración, pide ayuda y comienza la reanimación solo “boca a boca”. Quítate la máscara, si la víctima tiene puesta la suya déjala puesta, si no, cierra la nariz con dos dedos y suministra dos insuflaciones consecutivas. En este momento puedes comenzar el transporte a la orilla o al barco realizando una insuflación, como se describió anteriormente, cada 5 segundos.

Es conveniente que, una vez en la orilla o en la embarcación, haya alguien capaz de realizar la reanimación cardiopulmonar si es necesario. Consiste en que el reanimador realice 30 compresiones torácicas por cada 2 insuflaciones consecutivas. Una vez iniciada la reanimación cardiopulmonar, no se debe detener a menos que:

- la víctima se recupera;
- llegan al sitio los médicos o paramédicos;
- el rescatador está demasiado agotado para continuar.

Aprenderás todas las técnicas de rescate en el agua cuando asistas al curso *SNSI Rescue Diver*.

En cualquier caso, sería un error pensar que necesariamente tiene que haber problemas que puedan llevar



a consecuencias tan graves: el buceo es emocionante y siempre divertido, mientras que se respeten las normas establecidas en este manual, que el instructor SNSI ilustra durante el dictado de este curso *SNSI Open Water Diver*.

04. LA FORMA FÍSICA Y LA INMERSIÓN

Gracias al equipamiento moderno, el buceo recreativo no requiere un físico especialmente fuerte ni las características de un atleta de competición. Sin embargo, durante la inmersión el cuerpo está sometido a variaciones de presión y a un cierto esfuerzo físico, por lo que es aconsejable estar en buenas condiciones físicas, especialmente en lo que respecta a los sistemas circulatorio y respiratorio.

Los párrafos anteriores demuestran la importancia de tener unos pulmones sanos. Incluso los buceadores sanos pueden tener dificultades debido a problemas pulmonares, agudos o crónicos. Cualquier causa de obstrucción de la respiración, del flujo de oxígeno a la sangre o del intercambio gaseoso en el sistema respiratorio puede crear ciertos tipos de problemas para los buceadores. Por lo tanto, cuando se tiene gripe, un resfriado, una sinusitis crónica o, lo que es peor, se es propenso a sufrir ataques de asma, es imperativo que se haga un seguimiento por parte de un especialista médico.

En cualquier caso, es un buen hábito someterte a una revisión médica al menos una vez al año para asegurarte de que tienes el corazón y los pulmones sanos, los oídos y los senos paranasales libres y no sufres enfermedades incapacitantes u otras dolencias graves.

Las reglas para conseguir y mantener una buena forma física son las que todo el mundo conoce: no comer en exceso antes de





bucear, descansar adecuadamente y mantener hábitos que puedan definirse como a largo plazo, como alimentarse correctamente, hacer ejercicio y someterse a revisiones médicas periódicas, sobre todo si tienes más de 45 años, si tomas medicamentos, si has sido operado recientemente y si padeces problemas cardíacos o respiratorios.

Hay que hacer algunas consideraciones adicionales para las mujeres que se acercan al buceo: gracias a los equipos modernos, el buceo ha pasado de ser una actividad puramente masculina a estar abierta hoy a cualquier persona que desee disfrutar de la belleza del entorno submarino. Mientras que hace 20 años menos del 10% de los estudiantes de buceo eran mujeres, hoy en día cerca del 30% de los estudiantes certificados son mujeres y el número aumenta constantemente. Obviamente, existen diferencias fisiológicas entre mujeres y hombres: menor desarrollo muscular femenino, diferente distribución de la grasa corporal, peso y menor volumen pulmonar. Puede que una mujer sea menos fuerte que su compañero de buceo, pero probablemente consumirá menos aire y, por lo tanto, un tanque más pequeño será suficiente. Puede que no sea capaz de nadar tan rápido como un hombre, pero su resistencia puede ser mayor. Observa que el condicional “podría” aparece con frecuencia. La razón es que no todas las mujeres ni todos los hombres son iguales. Un hombre delgado, de baja estatura y en buena forma física puede tener un menor consumo de aire que una mujer grande y de mayor talla. Las diferencias debidas al sexo son mucho

menores que las debidas a las diferencias individuales en cuanto a la forma física, la eficiencia cardiovascular, la edad, el peso, la eficiencia del movimiento y la acuaticidad de cada individuo. En definitiva, desde un punto de vista fisiológico, en el buceo la mujer no es muy diferente del hombre, salvo en momentos puntuales como la menstruación y el embarazo. En general, si una mujer, durante su período menstrual, puede realizar actividades físicas en la superficie, también puede bucear. Si, por el contrario, la menstruación va acompañada de efectos dolorosos, como fuertes espasmos musculares, la mujer debe suspender la actividad de buceo durante el período en que persistan estos dolores temporales.

En cuanto al embarazo, lamentablemente no se sabe lo suficiente sobre los efectos de la presión en el feto en la actualidad, por lo que es necesario suspender la actividad de buceo durante este período.

En conclusión, todo buceador, sea hombre o mujer, debe prestar atención a su estado físico, para permitirse inmersiones más agradables y reducir el riesgo de accidentes por fatiga o falta de entrenamiento.

05. ADAPTACIÓN AL AMBIENTE SUBACUÁTICO

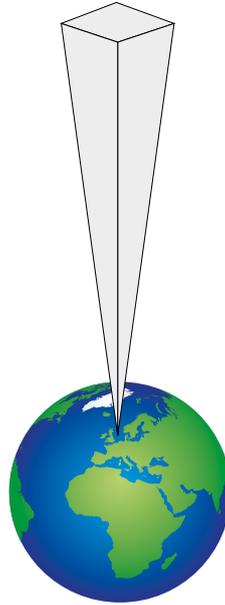
Todo el mundo sabe que la materia está formada por agrupaciones de átomos, llamadas moléculas, y que existe en tres estados: sólido, líquido y gaseoso. A temperaturas relativamente bajas, las moléculas forman estructuras cristalinas regulares y la materia normalmente es sólida. Aunque siempre están en movimiento, las moléculas oscilan alrededor de posiciones fijas.



Al aumentar la temperatura, la estructura fija de las moléculas desaparece y la materia se “funde” en estado líquido. A una temperatura aún más alta, las moléculas se mueven con más intensidad y la materia pasa al estado gaseoso.

A efectos del buceo, podemos considerar que los sólidos que componen nuestro cuerpo son incompresibles, al igual que los líquidos. Pero los gases, debido a la gran distancia relativa entre sus moléculas, son altamente compresibles. Aunque la idea de que el aire es una sustancia ya había sido considerada por los antiguos griegos, no fue hasta la época de Galileo que Evangelista Torricelli demostró que la atmósfera terrestre ejerce suficiente presión para elevar, a nivel del mar, 760 mm de mercurio dentro de un tubo de vidrio vacío. Un filósofo-científico francés, Blaise Pascal, demostró que el peso de la atmósfera era igual a la presión ejercida por 10 metros/33 pies de agua.

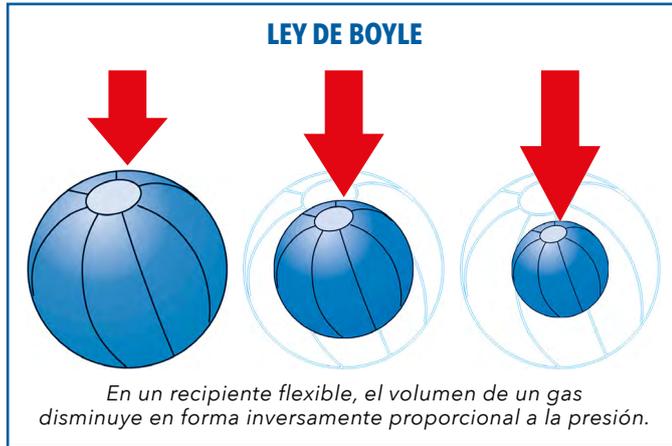
Básicamente, vivimos en el fondo de un océano de aire que está bajo la influencia de la gravedad y, por lo tanto, está “comprimido” sobre la superficie de la tierra. Este océano de aire se llama atmósfera y se extiende hacia arriba unos 100 kilómetros (la atmósfera es más extensa pero dentro de ese espesor están los gases en densidad apreciable).



Presión Atmosférica	
1.00	atm
1.01	bar
101,325	Pa
1.03	Kg/cm ²
760	mmHg
29.92	inHg
14.7	psi

El aire, que por tanto tiene un peso, ejerce a su vez una presión, distribuida uniformemente sobre y en nuestro cuerpo, de modo que no la sentimos. La presión que el aire ejerce sobre nuestro cuerpo se denomina **presión atmosférica** y corresponde al peso de una columna de aire de un centímetro cuadrado de base que parte de la superficie de la tierra y llega a los límites de la atmósfera: aproximadamente 1 kilogramo (o 14.7 libras por pulgada cuadrada), lo que comúnmente se denomina 1 atmósfera (atm) o 1 bar. Como se ha dicho, 10 metros/33 pies de agua ejercen la misma presión que toda la atmósfera. De ello se deduce que la presión, durante la inmersión, aumenta en 1 atm (o 1 bar) cada 10 metros/33 pies de profundidad. Por lo tanto, a una profundidad de 10 metros/33 pies la presión viene dada por la suma de 1 atm de presión atmosférica más 1 atm de **presión hidrostática** (agua): el buceador está por lo tanto sometido a una **presión ambiental**, también llamada **presión absoluta**, igual a 2 atm o ata (atmósferas absolutas).

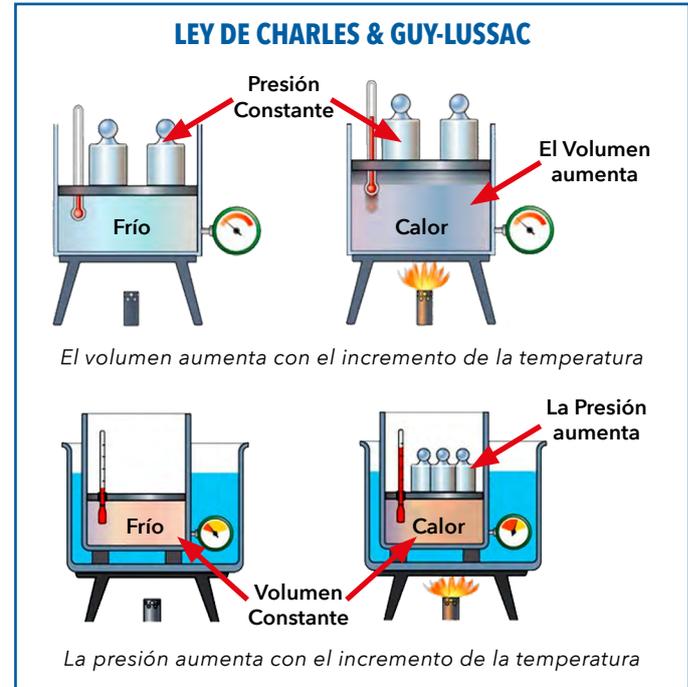
Todos hemos experimentado los efectos del aumento de la presión al movernos bajo el agua. Muchos recuerdan la experiencia de recoger algo en el fondo de la piscina: siempre había que hacer ese último esfuerzo cuando la presión empezaba a doler en



los oídos. La razón de esa incomodidad se debe al aumento de la presión al descender. Por lo tanto, para convertirse en buceador es esencial que sepas cuáles son los efectos de la presión en el cuerpo humano y cómo compensarlos.

El gran científico inglés Robert Boyle, continuando los trabajos de Torricelli, descubrió que al aumentar o disminuir la presión sobre un gas el comportamiento de éste es completamente predecible. Lo expresó en una ley, llamada **Ley de Boyle**, que establece que, *a una temperatura constante, si se aumenta la presión en un recipiente, como un globo (paredes blandas), el volumen del gas disminuye*. Por supuesto, también ocurre exactamente lo contrario cuando se reduce la presión.

Al enunciar la ley de Boyle también se hace referencia a la temperatura.



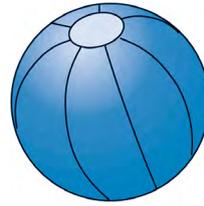
De hecho, **Charles y Gay-Lussac** observaron posteriormente que al aumentar la temperatura de un gas contenido en un volumen determinado, como el tanque utilizado para bucear, la presión dentro del recipiente aumenta. En otras palabras, *manteniendo constante el volumen ocupado por el gas, la temperatura y la presión son directamente proporcionales*. Por esta razón, cuando se recargan, los tanques se calientan y, en cuanto

se termina la recarga, indican una presión mayor que la que se podrá leer en los instrumentos después de haberse enfriado; por la misma razón, el tanque cargado no debe dejarse expuesta a los rayos del sol, ya que el calor aumentará la presión en el recipiente provocando una lectura errónea de la presión en su interior.

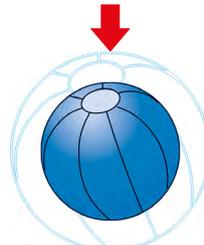
Posteriormente, Daniel Bernoulli explicó el mecanismo de la Ley de Boyle como un efecto de las colisiones de las moléculas con las paredes del recipiente: cuanto más se agitan las moléculas que constituyen el gas, mayor es el número de colisiones. Bernoulli llegó a la conclusión de que, incluso cuando la densidad de un gas aumenta, el número de colisiones aumenta. El aumento del número y la fuerza de las colisiones hace que la presión aumente.

06. EFECTOS DEL AUMENTO DE LA PRESIÓN

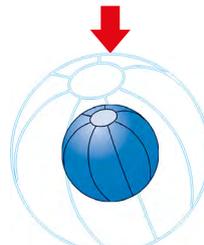
Según lo dicho hasta el momento, podemos calcular fácilmente la presión ambiental (absoluta) a la que está sometido un buzo a diferentes profundidades. A 10 metros/33 pies la presión es el doble que en la superficie, es decir, 2



Nivel del mar
1 atm → Vol. = 1



Prof. = -10m/33ft
2 atm → Vol. = 1/2



Prof. = -20m/66ft
3 atm → Vol. = 1/3

atm, a 20 metros/66 pies es el triple, 3 atm, a 30 metros/99 pies es el cuádruple, 4 atm. Del mismo modo, el volumen de un gas en un recipiente flexible disminuirá de forma predecible en función de la profundidad (presión). Por ejemplo, a 10 metros/33 pies (2 atm) el recipiente tendrá la mitad del volumen que tenía en la superficie, a 20 metros/66 pies (3 atm) tendrá un tercio, a 30 metros/99 pies (4 atm) un cuarto y así sucesivamente.

¿Qué efecto tiene esta presión sobre el buceador? El cuerpo humano está compuesto por un 70% de líquidos y el 30% restante de sólidos y gases. Como ya se ha dicho, el agua y los sólidos no son compresibles, mientras que la presión puede influir mucho en las cavidades de aire de nuestro cuerpo, con efectos definidos como "efectos directos de la presión".

Las cavidades aéreas de nuestro cuerpo son los pulmones, las vías respiratorias, los senos craneales, las vísceras abdominales huecas (estómago e intestinos) y el oído. Estas estructuras no tienen paredes rígidas, por lo que pueden estar sometidas a dilataciones y compresiones y, por tanto, deben ser compensadas. La compensación consiste en mantener la presión de un gas contenido en un recipiente igual a la del entorno exterior. La **compensación** puede hacerse de dos maneras:

- Mediante **cambios de volumen**. Si la presión externa, al aumentar, aplasta un órgano hueco, haciendo que su volumen disminuya, los gases contenidos en el órgano aumentan su presión proporcionalmente, y las presiones interna y externa estarán siempre en equilibrio.

- Mediante **la introducción de gas** en el órgano a compensar. Si, al aumentar la presión externa, se introduce una cantidad adecuada de gas en el órgano a compensar, la presión interna permanecerá en equilibrio con la presión externa, y el volumen del órgano no cambiará.

Estas dos formas de compensación se dan en el buceo: las vísceras abdominales se compensan con una disminución de volumen, mientras que las vías respiratorias y los pulmones se compensan automáticamente con la respiración, ya que el regulador suministra aire a presión ambiente.

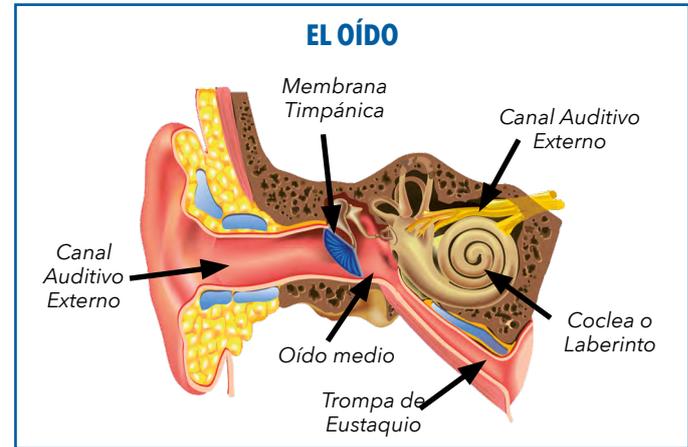
Como ya se ha mencionado en el segundo capítulo, hay que hablar por separado de la compensación de los oídos, los senos craneales y algunas partes del equipo.

07. COMPENSAR LA PRESIÓN

LOS OÍDOS

El oído es un órgano complejo diseñado para dos funciones importantes: la audición y el equilibrio. Se divide en tres secciones: oído externo, oído medio y oído interno.

El oído externo está formado por el pabellón auricular y el conducto auditivo externo hasta una membrana llamada tímpano, más allá de la cual se encuentra el oído medio, que transmite al oído interno, las vibraciones producidas por los sonidos sobre el tímpano. El oído medio es una pequeña cavidad que contiene aire y que se comunica con las vías respiratorias (faringe) a través de un conducto llamado trompa de Eustaquio.



En condiciones normales, la trompa está cerrada, por lo que el oído medio se comporta como un recipiente cerrado que está expuesto a la presión externa a través de una pared deformable, el tímpano. Si la presión externa aumenta, el tímpano puede, dentro de ciertos límites, convarse hacia adentro, modificando el volumen del oído medio, pero el aumento de presión al que estamos sometidos durante las inmersiones es tal que es necesario intervenir realizando una maniobra que permita la apertura de la trompa de Eustaquio y la compensación del oído medio mediante la introducción de aire.

La maniobra más utilizada para conseguirlo es la conocida como "**Maniobra de Valsalva**". Para realizarla, es necesario cerrar las fosas nasales con los dedos y luego soplar suave pero firmemente por la nariz. Esta técnica debe realizarse suavemente siempre.

Para la mayoría de los buceadores es necesario realizar la maniobra de Valsalva para compensar los oídos; sin embargo, hay algunos buceadores afortunados que consiguen compensar simplemente empujando la mandíbula hacia delante o tragando.

En cualquier caso, la clave para que la compensación sea fácil es que la diferencia entre la presión del agua y la del oído medio sea mínima. Esto significa que debes compensar de inmediato, empezando a hacerlo ya en la superficie, antes de iniciar el descenso.

Si las cavidades de aire en el interior del oído se compensan correctamente, nunca sentirá molestias.



Mira el Video:
Descenso y Compensación

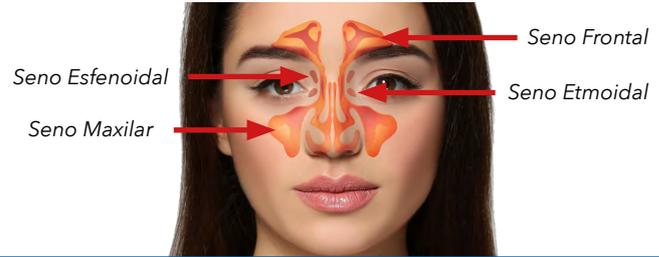
LOS SENOS CRANEALES

Los senos paranasales son cavidades en el cráneo. Están conectadas con la nariz y la garganta por una densa red de conductos. Normalmente, los conductos de aire de los senos paranasales están abiertos, por lo que los buzos compensan los senos compensando los oídos o simplemente respirando.

En ocasiones, la compensación de los senos paranasales puede verse impedida por la obstrucción de uno o más senos debido al edema y la congestión provocados por resfriados, alergias, infecciones u otras afecciones. Esto puede causar dolor en la frente, los pómulos y los dientes superiores. En estos casos, es mejor abstenerse

de bucear hasta que el problema se haya resuelto.

LOS SENOS CRANEALES



EL EQUIPAMIENTO

Como ya vimos en el primer capítulo, la parte del equipo que hay que compensar es la máscara.

La falta de compensación de la máscara puede provocar una sensación de presión en la cara durante el descenso. Una vez que vuelvas a la superficie, tendrás un enrojecimiento alrededor de los ojos y también puedes experimentar una hemorragia en la parte blanca de los ojos: esto se llama "efecto de ventosa".

Evitarlo es extremadamente sencillo: basta con exhalar un poco de aire por la nariz durante el descenso, equilibrando así la presión dentro de la máscara con la presión ambiental.

Los síntomas pasan por sí solos. Sin embargo, si experimentas el primer indicio de "ventosa", es mejor detener la inmersión y continuarla sólo cuando la presión de la máscara se haya compensado correctamente y siempre que no hayas sufrido ningún daño físico.

08. EFECTOS DE LA DISMINUCIÓN DE LA PRESIÓN

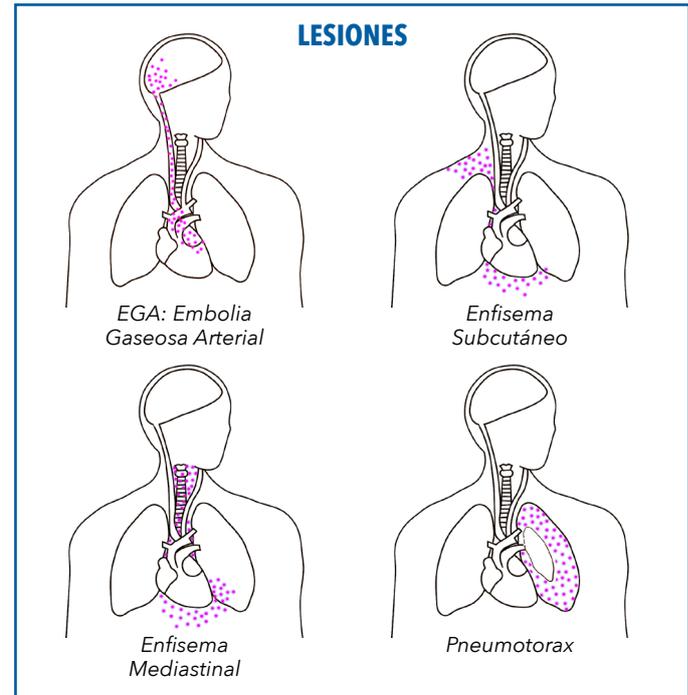
Durante el ascenso, la reducción de la presión hidrostática provoca un aumento del volumen de aire (ley de Boyle) que se encuentra en las cavidades del cuerpo y en el equipo. Este es un concepto fácil de entender, pero se debe comprender bien en el contexto del buceo, ya que la expansión de los gases puede causar lesiones graves. Muy pocos buceadores se enfrentarán a este problema, aunque sea de forma indirecta, porque es un hecho muy poco frecuente. Sin embargo, es importante conocer las causas y el tratamiento de estas patologías causadas por la llamada "sobredistensión pulmonar".

En situaciones normales de buceo, el buceador que asciende inhala y exhala de forma relajada, eliminando el exceso de aire de los pulmones antes de que pueda expandirse, producto de la disminución de la presión debida al ascenso. Contener la respiración durante el ascenso puede provocar graves daños en los pulmones, lo que se traduce en una sobredistensión pulmonar, también conocida como barotraumatismo pulmonar o síndrome de sobrepresión pulmonar: el aire en expansión de los pulmones debe encontrar una salida.

Cuando el tejido pulmonar se rompe y el aire entra, en forma de burbujas, en el torrente sanguíneo, el buceador puede verse afectado por una embolia traumática: en este caso, una o varias burbujas de aire pueden bloquear el flujo sanguíneo en cualquier parte del cuerpo, incluido el cerebro. Los síntomas de la embolia pueden ser leves, como una sensación de adormecimiento

en las extremidades, una pérdida temporal de la visión, el habla, la audición; o graves, como la parálisis y la pérdida de conciencia; o incluso provocar la muerte.

Cuando el aire que escapa de la lesión pulmonar entra en el espacio entre los pulmones, el corazón y la tráquea (en el mediastino), se produce un Enfisema Mediastinal con síntomas de dolor en el pecho, dificultad para respirar y debilidad. Si el aire que se escapa de





los pulmones sube por la tráquea y se acumula bajo la piel en la zona del cuello y la parte superior del tórax, provoca un Enfisema Subcutáneo, una erupción grave que, a su vez, puede provocar dificultades para respirar y hablar.

Cuando la finísima capa de tejido que recubre la superficie de los pulmones (la pleura) se rompe, tras la laceración de los alvéolos pulmonares provocada por la falta de exhalación, el aire pasa a la cavidad torácica y el pulmón se colapsa: esto da lugar a un Pneumotórax.

Los síntomas de una lesión por sobredistensión pulmonar se manifiestan inmediatamente por la dificultad para respirar, el sonido al respirar (sibilancias), tos, emisión de sangre por la boca. La gravedad de estas dolencias depende de la magnitud del daño en el tejido pulmonar. En cualquier caso, es necesario trasladar a la víctima a un hospital para que se realicen investigaciones y se evalúe el alcance de los daños. Durante el traslado, personal cualificado administrará oxígeno al 100% a presión ambiente para facilitar la eliminación de cualquier formación de saco de aire en el tejido pulmonar.

Todas las víctimas de la sobredistensión requieren una recompresión en una cámara hiperbárica (algunas veces un pneumotórax solo requiere cirugía).

Este tipo de accidente se produce en la mayoría de los casos cuando un buceador realiza un ascenso rápido mientras contiene la respiración. La prevención consiste simplemente en **respirar de forma continua y regular durante toda la inmersión y no contener nunca la respiración.**

Sin embargo, dado que la causa más común de un ascenso rápido es la falta de aire sobre la cual el buceador no tuvo control durante el buceo, es importante aprender los distintos procedimientos de ascenso, incluidos los que deben seguirse en situaciones de emergencia, de los que hablaremos más adelante.

09. EL CUERPO HUMANO EN INMERSIÓN

SOBRECALENTAMIENTO E HIPOTERMIA

El cuerpo humano vive y funciona adecuadamente dentro de unos límites de temperatura restringidos. Cuando buceamos, puede haber condiciones que, si se manejan incorrectamente, pueden conducir a un aumento excesivo (hipertermia) o a una disminución excesiva (hipotermia) de la temperatura corporal.

Para bucear siempre con la máxima comodidad, el buceador debe saber cómo prevenir estos fenómenos. Cuando el cuerpo se sumerge en el agua, la primera defensa para reducir la pérdida de calor es la reducción del flujo sanguíneo a las extremidades debido a una constricción automática de los capilares de las piernas y los brazos. Esto mantiene una temperatura constante en el centro del cuerpo, donde se encuentran los órganos vitales.

Sin embargo, si el cuerpo permanece en el agua durante mucho tiempo, la reducción del flujo sanguíneo no será suficiente para mantener el calor y el cuerpo tratará de producirlo contrayendo los músculos, por ejemplo, temblando. El "escalofrío" es, por tanto, una señal de enfriamiento. Normalmente, el propósito de



los escalofríos es producir calor, pero bajo el agua no se puede producir suficiente calor para compensar la pérdida que ya se ha producido. Por lo tanto, los escalofríos deben considerarse un “límite”, momento en el que se debe dejar de bucear.

La mejor defensa es llevar siempre ropa aislante adecuada, prestando especial atención a las zonas del cuerpo que desprenden calor con mayor facilidad: la cabeza, el cuello, el abdomen, incluida la zona de la ingle, y los lados del pecho, incluidas las axilas.

La temperatura del agua entonces, es decisiva a la hora de elegir el traje de neopreno a utilizar. Recuerda que SNSI te ofrece la oportunidad de ser habilitado para usar el Traje Seco con este curso **SNSI Open Water Diver** que estás tomando si usas el traje seco en todas las inmersiones de entrenamiento con SCUBA, tanto en la piscina como en el mar. O puedes hacerlo más tarde, asistiendo al curso de Especialidad **SNSI Dry Suit Diver**.

Cuando la temperatura corporal desciende a 35°C/95°F, el cuerpo del buzo experimenta la hipotermia. Si la temperatura del cuerpo desciende a 32°C/90°F, la capacidad de razonamiento empieza a fallar y a una temperatura inferior a 32°C/90°F hay riesgo de vida. Si experimentas escalofríos durante una inmersión, es importante salir del agua, llevar ropa de abrigo para cambiarte, calentarte al sol y beber bebidas calientes sin alcohol.

Al igual que valoramos los problemas de pérdida de calor, es igualmente importante que el buceador evite el sobrecalentamiento (hipertermia). Llevar puesto un

traje de neopreno durante demasiado tiempo antes o después de una inmersión puede provocar hipertermia. La primera reacción a la hipertermia es el aumento de la sudoración en un intento de reducir la temperatura corporal mediante la evaporación de líquidos a través de la piel. Esto no puede ocurrir cuando se está cubierto por un traje de neopreno, por eso hay que evitar vestirse con demasiada antelación, no permanecer demasiado tiempo bajo la luz directa del sol y mojarse el cuerpo si la espera para entrar en el agua se prolonga desde el momento de vestirse.

VER BAJO EL AGUA

Todos nuestros órganos son perfectamente funcionales para la vida en la superficie. Los ojos adquieren una importancia especial en el buceo porque nos permiten disfrutar de la belleza del entorno submarino. Como ya se ha mencionado en el capítulo anterior, para ver con claridad bajo el agua es necesario establecer un espacio de aire alrededor de los ojos, función que cumple perfectamente la máscara. A pesar de ello, la visión en el agua está ligeramente distorsionada en comparación con la realidad. Los rayos de luz que entran en el agua desde el aire sufren una desviación, debido a un fenómeno físico llamado *Refracción de la Luz*, que hace que los objetos aparenten estar un 25% más cerca y ser un 33% más grandes. Así que en realidad las cosas están más lejos y son más pequeñas de lo que parecen.

Los rayos de luz, además de sufrir el efecto de la refracción, al encontrarse con el agua también sufren otro fenómeno llamado *Absorción de la Luz*, otro fenómeno



físico debido al cual, a medida que descendemos y ganamos profundidad, la luz ambiente disponible disminuye. Por ello, los colores cálidos, como los rojos, naranjas y amarillos, desaparecen en los primeros metros; a medida que aumenta la profundidad, los demás colores también son absorbidos hasta el punto de que todo se vuelve azul y gris (se van los colores según la longitud de onda de cada uno). Para remediar este fenómeno basta con llevar una linterna subacuática en nuestras inmersiones. La primera vez que enciendas una linterna

subacuática en el agua te sorprenderás por la riqueza de los colores que podrás percibir.

EL SONIDO

En la Tierra, el origen de un sonido se determina midiendo inconscientemente (sentido de la audición) la diferencia de tiempo en que el sonido llega a los dos oídos. Aunque esta diferencia es mínima, es posible determinar la dirección del origen de un sonido incluso con los ojos cerrados.

El sonido se produce cuando las vibraciones de un objeto se transmiten al oído a través de un conductor por el que pasan las ondas sonoras. Cuanto más denso es el conductor, ya sea sólido, líquido o gaseoso, más rápido y mejor se transmite el sonido. Debido a su densidad, que es de 700 a 800 veces mayor que la del aire, el agua conduce el sonido con gran eficacia. El sonido viaja unas cuatro veces más rápido en el agua que en el aire. Esta mayor velocidad hace que sea muy difícil determinar la dirección de la que procede un sonido. Y es una desventaja cuando se trata de atraer la atención de otro buceador, o cuando se intenta identificar el origen de sonidos como el ruido de un barco. Por ello, y por la imposibilidad física de hablar bajo el agua, se ha desarrollado un sistema de señales manuales que permite a los buceadores comunicarse entre sí.



Mira el Video:
Señales: Comunicación
Subacuática



Otros medios, que se pueden utilizar para comunicarse buceando siempre con la máxima comodidad, son las pizarras subacuáticas en las que se puede escribir con un lápiz provisto de una mina grasosa o los modernos sistemas de comunicación subacuática que requieren el uso de una Máscara Full Face, tema que se trata en un curso especial.

10. PROCEDIMIENTOS DE ASCENSO

Al final de cada inmersión debemos volver a la superficie, por supuesto, y es imprescindible realizar ascensos correctos para terminar la inmersión con la máxima comodidad y tranquilidad: la actividad subacuática es agradable y relajante si se practica respetando las pocas reglas que se discutirán durante este curso *SNSI Open Water Diver*.

ASCENSO NORMAL

Antes iniciar el ascenso es necesario detenerse unos instantes, asegurarse con el compañero que ambos están de acuerdo en finalizar la inmersión, localizar la válvula de descarga del BCD y sostenerla con la mano y con el brazo izquierdo extendido por encima de la cabeza.

El ascenso se inicia en condiciones de flotabilidad neutra, los dos compañeros comienzan a aletear lentamente hacia la superficie vigilando los instrumentos para comprobar que la velocidad de ascenso no es superior a 9 metros/30 pies por minuto, cada cierto tiempo debes dejar salir algo de aire de la válvula de descarga del chaleco ya que, como hemos visto en los

párrafos anteriores, el aire del interior del BCD, al subir se expandirá por la disminución de presión.

Mira a tu compañero y levanta la vista para comprobar que la ruta está despejada, y sigue respirando de forma constante y regular.

Una vez en la superficie, infla el chaleco compensador de flotabilidad para adquirir una flotabilidad positiva sin tener que esforzarte por flotar, momento en el que podrás realizar el intercambio regulador-snorkel si así lo deseas.



Mira el Video:
[Salida y Parada de Seguridad](#)

LANZAMIENTO DE LA BOYA DE MARCACIÓN (SMB)

Una de las situaciones que a todos los buceadores tarde o temprano alguna vez les sucederá (si no ha sucedido ya) es la de perder la orientación bajo el agua y, por tanto, no poder volver al ancla del barco o a la línea de ascenso. Todos los buzos deben saber cómo enfrentarse a una situación así.

Deberás realizar la mayor parte del ascenso en forma libre y lanzar la boya de señalización cuando estés al menos un metro por encima de la longitud de la línea de fondeo o del amarre del cabo de descenso.

Si te encuentras en esta situación, en el momento en que quieras lanzar la boya de señalización (SMB- Surface Marker Buoy) es preferible adoptar una flotabilidad ligeramente negativa, que será inmediatamente



Mira el Video: Lanzamiento de la Boya de Marcación en Superficie (SMB)

compensada por el aire que llenará el globo de la boya que lanzarás, con este sistema podrás mantener la boya durante unos segundos sin que provoque una subida descontrolada.

Una vez que el dispositivo inflable haya llegado a la superficie, recuerda mantener siempre cierta tensión en el cabo para que la boya se mantenga recta sobre la superficie del agua, si sueltas o aflojas la línea, la boya (SMB) quedará recostada sobre la superficie del agua.

Un buceador responsable debe ser competente en el lanzamiento la boya de señalización porque es bastante fácil perder la orientación mientras se bucea y no poder volver a la línea de ascenso, especialmente si se bucea en un lugar poco conocido o con poca visibilidad.

ASCENSO DE EMERGENCIA

En el segundo capítulo, donde vimos lo relacionado a los instrumentos de buceo, se subraya la importancia de comprobar los instrumentos con regularidad. Si te olvidas de comprobar el manómetro, puedes quedarte sin aire mientras estás en profundidad. En este caso hay varias técnicas que se pueden adoptar, dependiendo de la situación en la que te encuentres.

ASCENSO RESPIRANDO DE UNA FUENTE DE AIRE ALTERNATIVA

En caso de que uno de los dos buceadores se haya quedado sin aire, habrá un donante que dará aire a la pareja que se haya quedado sin el suyo, utilizando la FAA. El buceador sin aire tendrá que señalar al compañero su estado y pedirle realizar una respiración en pareja. Si se ha respetado el sistema de compañeros, solucionar esta situación será sencillo.

Según el tipo de fuente de aire alternativa utilizada, el donante pasará al receptor el regulador con el que está respirando y tomará para sí la fuente de aire alternativa (octopus, o segunda etapa integrada en el chaleco) o viceversa (fuente de aire alternativa independien-



te). Si ambos miembros de la pareja han realizado una buena comprobación del compañero antes de bucear, los dos están informados sobre el tipo de FAA y cómo utilizarla en caso de necesidad.

Durante la respiración en parejas es fundamental mantener el contacto: tomarse entre sí con la mano derecha para tener libre la izquierda (que se utilizará para controlar el chaleco de control de la flotabilidad), o tomarse por hombro del BCD del compañero, o apretarse mutuamente los antebrazos es indiferente, pero en cualquier caso el agarre debe ser firme.

Una vez establecido el contacto físico y colocados los reguladores para que ambos compañeros puedan respirar cómodamente, hay que ascender a la superficie siguiendo las mismas reglas que para el ascenso nor-

mal. Una vez alcanzada la superficie, la persona sin aire deberá inflar el chaleco por la boca para establecer una flotabilidad positiva. En caso de dificultad y necesidad, el cinturón de pesas puede liberarse.



Mira el Video:
[Ascenso con el Compañero Respirando con FAA](#)

ASCENSO RESPIRANDO EN PAREJA CON UN SOLO REGULADOR

El otro ascenso que es posible con la ayuda del compañero implica respirar ambos de una sola fuente de aire. Si, por ejemplo, el compañero no tiene inmediatamente la FAA, será necesario dividir el aire intercambiando una única segunda etapa y realizando la respiración alterna en pareja. Esta técnica es más compleja que la anterior, pero puede ser útil en determinadas circunstancias.

La segunda etapa se pasa alternativamente de uno a otro compañero, los dos buceadores realizan dos actos respiratorios cada uno empezando por la exhalación. Es fundamental recordar que cuando no se tiene el regulador en la boca hay que seguir exhalando un pequeño hilo de burbujas (recuerda: nunca contener la respiración bajo el agua).

En este procedimiento, el donante es el que maneja la maniobra de la segunda etapa, mientras que el receptor tendrá que preocuparse por mantener el contacto, sujetando firmemente con



su mano derecha a su compañero enganchándose a la correa del hombro del BCD o a la válvula del tanque. En cuanto los movimientos estén coordinados y se haya adquirido el ritmo adecuado, se puede iniciar el ascenso, siguiendo los mismos procedimientos que para el ascenso con FAA.



Mira el Video:
Respirar con el Compañero
usando un Solo Regulador

ASCENSO DE EMERGENCIA NADANDO

El ascenso de emergencia nadando consiste en volver a superficie usando patada de aletas y evitar que el aire en expansión dañe los pulmones. Por lo tanto, durante el ascenso es necesario mantener las vías respiratorias abiertas y exhalar continuamente para mantener el volumen pulmonar bajo, mientras se controla la exhalación para evitar llegar a la superficie con mucho o con poco aire en los pulmones.

Cuando un buceador se queda sin aire en una inmersión, no significa que su tanque esté completamente vacío, sino que la presión de la botella es ligeramente inferior a la presión ambiente. Como el regulador está diseñado para suministrar aire a presión ambiente, no puede suministrar el aire restante en el cilindro. Si el buceador asciende, la presión ambiental disminuye y cuando cae por debajo de la presión de aire residual en la botella, el regulador puede volver a suministrar aire. Por esta razón, al realizar un ascenso de emergencia na-

dando, es útil intentar inhalar del regulador de vez en cuando: sólo podrás recibir una pequeña cantidad de aire debido a la mínima presión diferencial.

Es difícil imaginar poder exhalar durante todo el ascenso y llegar a la superficie con aire en los pulmones, pero esto es exactamente lo que ocurre cuando se realiza un ascenso de emergencia nadando. Es importante mantener la posición correcta de las manos, la mano izquierda en la parte superior del power donde está el botón de descarga del chaleco y la mano derecha en la hebilla del cinturón de lastre, lista para liberar el lastre si fuera necesario.



Mira el Video:
Salida de Emergencia a Nado

ASCENSO DE EMERGENCIA EN FLOTABILIDAD POSITIVA

El ascenso de emergencia en flotabilidad positiva se utiliza cuando el buceador se queda repentinamente sin aire y siente que no puede nadar hasta la superficie. En este caso es necesario soltar el cinturón de lastre y dejarlo en el fondo. Esta maniobra proporciona al buceador una flotabilidad positiva inmediata. Es esencial, como en el ascenso nadando con aletas, exhalar continuamente para permitir que el aire que se expanda en los pulmones salga sin problemas, mirar hacia arriba, descargar el chaleco y, una vez cerca de la superficie, extender los brazos y las piernas y arquear la espalda para reducir la velocidad de ascenso.



11. COMO RESPIRAR DE UN REGULADOR EN FLUJO CONTINUO

Los reguladores modernos están contruidos de tal manera que un mal funcionamiento hace que el regulador entre en flujo continuo en lugar de bloquear el flujo de aire.

No empezará una inmersión con la segunda etapa en flujo continuo, pero este inconveniente puede ocurrir durante la inmersión, casi siempre debido a la falta de mantenimiento y revisión del regulador. Por lo tanto, es importante conocer la técnica para respirar si esto sucediera. Si la boquilla está cerrada por los labios, la presión excesiva del aire que sale del tanque podría causar



Mira el Video:
Respirar de un Regulador en
Flujo Continuo

daños al buceador. Por lo general, basta con “aflojar” el agarre de los labios a la boquilla y dejar salir el exceso de aire. Otro método consiste en retirar el regulador de la boca y mantenerlo contra los labios: de esta manera se puede respirar sólo el aire que se necesita y dejar que el exceso de aire escape libremente.

Una vez que hayas llegado a la superficie, cierra la válvula para evitar que el cilindro se vacíe completamente.





12. CONCLUSIÓN

Los accidentes y los procedimientos de emergencia fueron temas de este capítulo. En realidad, es muy raro que todos estos accidentes puedan ocurrir, siempre que los buceadores recuerden las pocas reglas que se han tratado. La clave para una inmersión agradable es estar físicamente en forma, respetar el sistema de compañeros y comprobar los instrumentos con la frecuencia necesaria. Los accidentes rara vez se deben a un mal funcionamiento del equipo o a las condiciones ambientales. El conocimiento de los conceptos de física y fisiología y los diversos problemas que pueden surgir y que fueron ilustrados en este manual te ayudan a comprender el significado y la importancia del sentido de la responsabilidad que debe tener todo buceador.



Mira el Video
de la Sesión de Agua #3

Dive Up Your Life
www.scubasnsi.com



Photo © Alessio Dallai



PREGUNTAS DE REPASO - CAPÍTULO 3

1. El estímulo para respirar viene dado por:
 - El nivel de dióxido de carbono en el aire.
 - El nivel de dióxido de carbono en sangre.
 - El nivel de nitrógeno en sangre.
2. El peso de la atmósfera es igual al peso de:
 - 10m/30ft de agua salada.
 - 1m/3ft de agua salada.
 - 20m/60ft de agua salada.
3. A temperatura constante, si la presión en un globo aumenta, su volumen...
 - ... permanece igual.
 - ... aumenta.
 - ... disminuye.
4. Cuando aumenta la temperatura de un gas en un recipiente, su presión...
 - ... aumenta.
 - ... permanece igual.
 - ... disminuye.
5. En el mar, a 20 metros de profundidad, el volumen de un contenedor flexible es:
 - $\frac{1}{3}$ respecto al de superficie.
 - el mismo que en la superficie.
 - $\frac{1}{2}$ respecto al de superficie.
6. ¿Cómo compensas la máscara?
 - Dejando salir un poco de aire por la nariz.
 - Dejando salir un poco de aire por la boca.
 - Ambas respuestas son correctas.

Un Buceador completo:

- ➔ Master Buoyancy & Trim Diver
- ➔ Underwater Navigation
- ➔ Night Diver
- ➔ Deep Diver
- ➔ Boat & Drift Diver

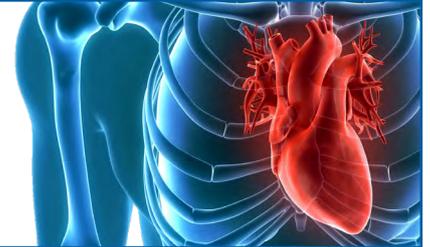


SNSI Advanced Open Water Diver



CAPÍTULO 4:

FISIOLOGÍA DE LA INMERSIÓN

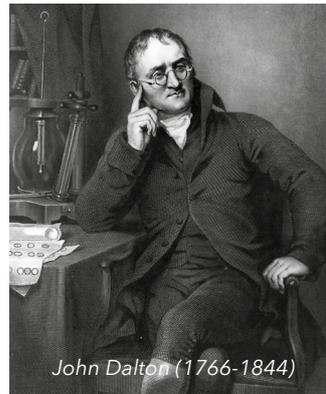


01. INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior hemos tratado los “efectos directos” de la presión, cambios que son fáciles de notar, como la compresión del traje de buceo o la necesidad de compensar los oídos. Pero la presión también produce otros efectos que, aunque menos evidentes, son igual de importantes. Estos efectos se producen debido a la influencia directa de la presión sobre los gases que componen la mezcla que se respira durante la inmersión.

02. MEZCLA DE GASES Y PRESIONES PARCIALES

Hasta ahora hemos discutido el comportamiento de un gas sin considerar el problema de si el gas en cuestión está formado por uno o más elementos. Veamos ahora cómo se comporta un gas cuando está formado por una mezcla de diferentes gases.



John Dalton (1766-1844)

Es legítimo preguntarse cómo evaluar el comportamiento de los gases individuales contenidos en la mezcla.

El primero en ocuparse de este tema fue el científico inglés John Dalton (1766-1844). En 1807 demostró que cada gas que constituye una mezcla sigue comportándose como si los demás componentes no existieran. Si una mezcla, por ejemplo el aire, está compuesta por un 79% de nitrógeno y un 21% de oxígeno, el 79% de la presión la ejerce el nitrógeno y el 21% el oxígeno. Esta es la **Ley de Dalton**.

Dalton llamó a estas presiones individuales dentro de una mezcla gaseosa “**Presiones Parciales**” y descubrió que cada presión parcial es proporcional al número de moléculas de ese gas presentes en la mezcla.



Veamos cómo se aplica este concepto al buceo.

Durante nuestra vida diaria todos respiramos aire, que es una mezcla compuesta por un 79% de nitrógeno y algo menos de 21% de oxígeno, más un pequeño porcentaje de gases inertes que no tenemos en cuenta por no estar presentes en un porcentaje significativo para el buceo recreativo. A nivel del mar sabemos que la presión absoluta a la que estamos sometidos es de 1 atmósfera (ata). Según la Ley de Dalton, el oxígeno ejerce el 21% de la presión total del gas, mientras que el nitrógeno ejerce el 79% restante. Por tanto, podemos decir que de la presión total de 1 ata, la presión parcial debida al oxígeno es de 0,21 atm (21% de 1) mientras que la presión parcial ejercida por el nitrógeno es de 0,79 atm (79% de 1).

LEY DE DALTON

“La presión total ejercida por una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales que ejercería cada gas individualmente si ocupara el mismo volumen.”

$P_{tot} = P_1 + P_2$

Si nos sumergimos a una profundidad de 10 metros/33 pies sabemos que tendremos una presión total de 2 ata. Veamos qué ocurre, considerando la temperatura constante: cada componente del gas sigue ejerciendo su presión parcial en proporción a su porcentaje. De la presión total de 2 ata, el oxígeno ejercerá el 21% o 0,42 atm de presión, y el nitrógeno el 79% o 1,58 atm.

El mismo procedimiento para mayores profundidades:

Profundidad	Presión Absoluta	Presión Parcial O ₂	Presión Parcial N ₂
Nivel del Mar	1 ata	0.21 atm	0.79 atm
10 m / 33 pies	2 ata	0.42 atm	1.58 atm
20 m / 66 pies	3 ata	0.63 atm	2.37 atm
30 m / 99 pies	4 ata	0.84 atm	3.16 atm

Para calcular la presión parcial de un gas, de hecho, se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_{p_g} = P_{ata} \times F_g$$

donde:

P_{p_g} = Presión Parcial del gas;

P_{ata} = Presión Absoluta o Ambiente;

F_g = Fracción del gas.

Si la presión ambiental aumenta, la presión dentro de un recipiente flexible abierto (en nuestro caso los pulmones) aumentará para que el recipiente mantenga su volumen constante. Esto significa que hay que introducir más gas en el recipiente (en nuestro caso, simplemente respirando) para aumentar la presión interna.

Esto es exactamente lo que ocurre cuando un buceador respira desde el regulador: entran más moléculas de gas en los pulmones para mantener su volumen constante. Mientras que el porcentaje de gases que componen la mezcla no cambia, el número de moléculas de gas respiradas aumenta.

En este punto también es fácil comprender que el aumento de las presiones parciales puede ser perjudicial para el ser humano.

PRESIÓN Y VOLUMEN

Superficie = 1 ata

Verde = Nitrógeno
Amarillo = Oxígeno

En un recipiente flexible cerrado (globo) las moléculas de gas se comprimen: el volumen disminuye.
En un recipiente flexible abierto (pulmones) entran más moléculas de gas: el volumen sigue siendo el mismo.

Prof. 10 m / 33 ft = 2 ata

Por ejemplo, supongamos que durante la carga de un tanque, el aire se contamina con una pequeña cantidad de monóxido de carbono, digamos un 1%. Utilizando la fórmula para calcular las presiones parciales, podemos afirmar que a una profundidad de 20 metros/66 pies (3 ata) la cantidad de monóxido de carbono respirada será tres veces mayor y, en términos fisiológicos, es como respirar una mezcla que contiene un 3% de monóxido de carbono en la superficie.

Así, vemos que el aire, que podría contener niveles tolerables de contaminantes en la superficie, puede convertirse rápidamente en tóxico en profundidad, aunque la composición del gas de la mezcla permanezca inalterada. La proporción de los gases que componen la mezcla no cambia. Lo que sí cambia es la presión parcial de cada gas, y esto es el resultado de la Ley de Dalton.

03. LOS GASES SE DISUELVEN EN LOS LÍQUIDOS: LA LEY DE HENRY

Hasta ahora sólo hemos analizado las leyes físicas relacionadas con los gases y las mezclas de gases. Sin embargo, también hay casos en los que un gas está presente junto a un líquido, y sabemos que en tales circunstancias se produce un fenómeno por el que parte del gas se disuelve (técnicamente decimos que "entra en solución") en el líquido: por ejemplo, sabemos que los peces respiran oxígeno "disuelto" en el agua y que todas las bebidas "carbonatadas" contienen dióxido de carbono "disuelto".

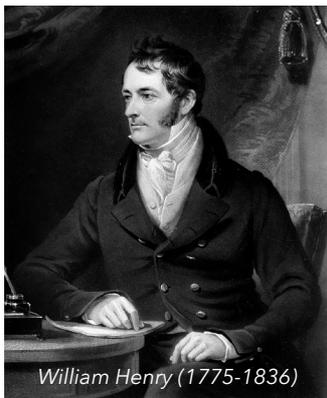
Muchas personas tienen dificultades para entender



cómo los gases pueden disolverse en los líquidos. A simple vista, un líquido no muestra ningún espacio para que un gas penetre en él. Sin embargo, sabemos que los gases se disuelven en los líquidos. Lo vemos cada vez que ponemos un trozo de hielo en una bebida con gas. La formación tumultuosa de burbujas es el dióxido de carbono que se desprende del líquido. El gas, aunque no es visible en su forma disuelta, permanece en la solución hasta que algo lo obliga a salir. Otro concepto importante es que el gas disuelto en el líquido sigue ejerciendo su presión. Esta presión dentro del líquido se denomina tensión del gas.

Cuánto gas puede ser absorbido por un líquido y qué factores pueden influir en esta absorción fueron los temas de estudio de un colega de Dalton, William Henry (1775-1836). En 1803, sus experimentos demostraron que la cantidad de un gas determinado que se disuelve en un líquido dado a una temperatura determinada depende de la presión del gas sobre el líquido y de su afinidad por ese líquido. Esta es la **Ley de Henry**.

La Ley de Henry nos dice, por tanto, que la temperatura y la presión influyen en la cantidad de gas que se disuelve en un líquido. Veamos cómo puede ocurrir esto: imaginemos que tenemos un vaso de agua completamente desprovisto de gases disueltos. El vaso se coloca en un recipiente en el que se crea un vacío absoluto: es decir, no hay ningún gas en



William Henry (1775-1836)

LEY DE HENRY

“A una temperatura constante, un gas se disuelve en un líquido en forma directamente proporcional a la presión que el gas ejerce sobre la solución”.

contacto con el agua. Si se introduce aire en el recipiente y éste entra en contacto con el agua, las moléculas de la mezcla de gases comienzan a penetrar en el líquido. El gas disuelto ejercerá su tensión que obedecerá a la Ley de Dalton y cada componente ejercerá su presión parcial.

La diferencia entre la presión del gas en contacto con el líquido y la tensión del gas disuelto se llama **Gradiente de Presión**. Si éste es alto, el gas será absorbido por el líquido rápidamente. Pero, a medida que las moléculas de gas se disuelven en el líquido, el gradiente disminuye y las moléculas se disuelven más lentamente. El gas se disolverá en el líquido hasta que su tensión sea igual a la presión del gas



en contacto con el líquido. Aunque algunas moléculas seguirán entrando en el líquido, otras tantas saldrán de él: el balance será nulo (sin diferencia) y la cantidad de gas disuelto no aumentará. En esta situación se dice que el líquido está **saturado**.

Ahora aumentamos la presión en la cámara. Esto aumenta la presión del aire en contacto con el agua y esto obligará a que se disuelva más gas en el agua. Con el tiempo, el gas entrará en el agua hasta que su tensión en el líquido y la presión del aire sobre el líquido sean iguales, diremos que alcanza el nivel de **saturación**.

Como predice la Ley de Henry, cuanto mayor sea la presión que el gas ejerce sobre el líquido, más gas se disolverá en él. Si reducimos la presión en la cámara el fenómeno se invierte. Al haber menos presión en el agua,

el aire disuelto en ella tiene una tensión mayor que el aire en contacto con el agua.

Ahora el agua contiene más "aire" del que puede contener en solución a esa presión. Esta condición se conoce como **sobresaturación**. El gas se escapa del líquido mientras la tensión del gas en el líquido sea igual a la presión del gas en contacto con el líquido.

Si la presión del gas se reduce muy lentamente, si el líquido no se agita o si no hay partículas extrañas en el líquido, el gas que se escapa no es visible, es decir, no se forman burbujas. Pero si la presión del gas disminuye con demasiada rapidez o si el líquido se agita energicamente o se añaden partículas extrañas al líquido, el gas empieza a escapar más rápidamente, tanto que las moléculas de gas formarán burbujas visibles.

Además de la presión, la temperatura también influye en la absorción de los gases en los líquidos. El calor acelera el movimiento de las moléculas del líquido y este movimiento veloz deja menos espacio en el líquido para que lo ocupen las moléculas del gas. Podemos ver este fenómeno cuando hervimos el agua.

A medida que el agua se calienta, se forman pequeñas burbujas de aire que se acumulan en el fondo del recipiente. Esto se debe al aumento del movimiento de las moléculas de agua que empujan a las moléculas de aire disueltas.

Por lo tanto, tiene sentido pensar que cuanto más frío esté un líquido, más gas puede



Photo © Alessio Dall'Aglio



disolver. Un líquido más frío tiene moléculas que se mueven más lentamente dejando espacio para que lo ocupen más moléculas de gas.

Ahora que se ha ilustrado el mecanismo de saturación y desaturación de un gas, y por tanto la aplicación práctica de la Ley de Henry, veamos cómo se aplica a la fisiología de la inmersión.

04. EL NITRÓGENO Y SUS EFECTOS: NARCOSIS POR NITRÓGENO Y ENFERMEDAD POR DESCOMPRESIÓN



Quando estamos a nivel del mar, una cierta cantidad de nitrógeno está siempre disuelta en el tejido sanguíneo y otros tejidos. Cuando respiramos, nuevas moléculas de nitrógeno entran en el torrente sanguíneo, mientras que otras (ya presentes) lo abandonan y el número de las que entran es igual al de las que salen: por eso decimos que el sistema está en estado de equilibrio.

Hemos visto que en la inmersión el regulador nos entrega aire a la presión ambiental; en consecuencia el aire de nuestros pulmones ejerce una presión mayor sobre la sangre, en contacto con ella en los alvéolos pulmonares, que la tensión ejercida por el nitrógeno disuelto. Por lo tanto, según la Ley de Henry, el nitrógeno comenzará a pasar en solución a la sangre y de

ésta a los demás tejidos. Esto también es cierto para el oxígeno, pero más adelante hablaremos de los efectos de respirar oxígeno a altas presiones parciales.

NARCOSIS DE NITRÓGENO

Quando la presión parcial del nitrógeno disuelto en los tejidos es elevada, pueden producirse efectos neurológicos en el cuerpo del buceador sumergido, que se manifiestan con una sensación de embriaguez, euforia y pérdida de la capacidad de discriminación: el buceador tiende a realizar acciones extrañas, como quitarse el regulador para intentar hablar, hacer bromas a sus compañeros, los reflejos se vuelven lentos y puede aparecer una exagerada confianza en sí mismo. También puede ocurrir que pierda el sentido de la orientación o que se sienta confundido, con riesgo de sobredistensión pulmonar al intentar regresar a superficie en estado de obnubilación sin saber lo que está haciendo.

Este fenómeno se denomina **Narcosis de Nitrógeno** y en el caso de inmersiones más profundas, por ejemplo a más de 40 metros, los síntomas pueden ser más peligrosos, manifestándose con una sensación general de malestar, sentimientos de angustia. Además, puede haber alucinaciones auditivas o visuales, pérdida de memoria y, en los casos más graves, puede provocar la pérdida de conciencia.

La prevención consiste en mantener baja la presión parcial de nitrógeno, por lo que hay que extremar las precauciones en las inmersiones profundas si no has adquirido experiencia aún (más de 24 metros/80 pies), y no superar una velocidad de descenso de 18 metros/60



pies por minuto. El riesgo de narcosis de nitrógeno también puede reducirse buceando con aire enriquecido con oxígeno (Nitrox).

El tratamiento para los buceadores con narcosis de nitrógeno es ascender a profundidades menores hasta que los síntomas desaparezcan.

ENFERMEDAD POR DESCOMPRESIÓN

SNSI cree firmemente en los beneficios del uso de "aire enriquecido" (Nitrox), y el conocimiento de la Enfermedad por Descompresión (ED) demuestra la importancia de utilizar esta mezcla particular en el buceo como prevención de la ED.

Hemos dicho que con el aumento del tiempo de inmersión los tejidos del buceador siguen saturándose

de nitrógeno. Pero no todos los tejidos tardan el mismo tiempo en saturarse: los que reciben una gran cantidad de sangre en relación con su volumen (mayor vascularización, tejidos irrigados) toman en el mismo tiempo una mayor cantidad de nitrógeno, lo que lleva a su saturación en un tiempo más rápido que los tejidos que reciben menores cantidades de sangre.

Pero ahora veamos qué ocurre cuando el buceador decide volver a la superficie. Lo que es importante saber es que las modalidades de liberación del gas inerte siguen siendo las mismas que para la absorción, mientras que las cantidades y por lo tanto los tiempos varían; y que cualquier acontecimiento que modifique de alguna manera la capacidad de saturación (absorción) y desaturación (liberación) de los tejidos, modifica también las cantidades de nitrógeno absorbidas o liberadas en un tiempo determinado. El proceso de desaturación es el inverso del proceso de saturación. Cuando la presión parcial del gas en el pulmón disminuye -ya sea porque la presión de la mezcla inspirada disminuye o porque la presión ambiental disminuye- el nuevo gradiente de presión provoca un movimiento de gas desde los tejidos hacia la sangre, desde la sangre hacia el pulmón y finalmente hacia el exterior, con el aire exhalado. Algunas partes del cuerpo se desaturarán más lentamente que otras por la misma razón por la que se saturaron lentamente: poco suministro de sangre o gran capacidad para ab-





sorber gas. Cuando el buceador vuelve a la superficie, no es necesario restablecer el nivel de nitrógeno a los 0,79 bares anteriores a la inmersión. Los tejidos pueden tolerar cierta sobresaturación. Al final de la inmersión, mientras se permanece en la superficie, el cuerpo seguirá liberando nitrógeno hasta que la presión parcial a nivel del mar vuelva a las condiciones normales. Si se realiza otra inmersión antes de que el nitrógeno haya vuelto a su nivel normal, deberá tenerse en cuenta el nivel actual de nitrógeno más elevado respecto a la inmersión anterior.

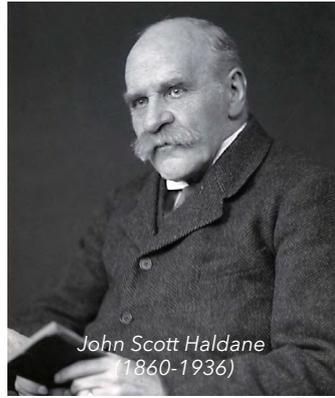
La diferencia determinante entre la saturación y la desaturación desde un punto de vista fisiológico es que el cuerpo humano soporta un aumento significativo y relativamente repentino de la presión parcial del gas inhalado sin ningún efecto particular sobre el organismo, mientras que no ocurre lo mismo con la desaturación, cuando un gradiente de presión elevado puede provocar la enfermedad por descompresión. La **Enfermedad por Descompresión (ED)** se produce cuando el exceso de nitrógeno se libera en forma gaseosa (como hemos visto con la Ley de Henry) en la sangre y los tejidos del cuerpo. Los síntomas incluyen dolor en las articulaciones, irritación de la piel y erupciones, adormecimiento de partes del cuerpo, hormigueo, fatiga y cansancio general, parálisis. Pueden aparecer entre 15 minutos y 12 horas después de la inmersión, en algunos casos incluso más tiempo.

A principios del siglo XX, el fisiólogo escocés **John Scott Haldane** comenzó a estudiar experimentalmente el problema de la descompresión para desarrollar un método que permitiera evitar la ED en los buceadores de la Royal Navy, en Gran Bretaña. Su trabajo se convirtió en el fundamento de la teoría moderna de la descompresión y constituyó la base de las primeras Tablas de Buceo, de las que hablaremos más adelante.

Como hemos dicho, el proceso de saturación (absorción) y desaturación (liberación) sigue la Ley de Henry, pero es mucho más complejo, cuando se aplica al cuerpo humano, ya que los factores que pueden modificar las fases de los dos procesos son múltiples e incalculables: por lo tanto, no hay ninguna regla que nos dé una garantía total y absoluta de no incurrir en ED: sin embargo, se han elaborado algunas estrategias que nos permiten gestionar el riesgo.

PREVENCIÓN

La estrategia más obvia es respetar los límites establecidos para el buceo recreativo, limitando la profundidad y el tiempo de inmersión. La velocidad de ascenso es crítica en la prevención de la ED, ascender lentamente permitirá la desaturación a través de la respiración sin que el gas se escape de la solución de forma turbulenta, la velocidad correcta establecida para el buceo recreativo es de 9 metros/30 pies por minuto. Hacer una parada de se-



John Scott Haldane
(1860-1936)



guridad a 5 metros/15 pies durante 3-5 minutos reduce en gran medida el riesgo de ED.

La profundidad y el tiempo no son los únicos factores determinantes de la ED. Durante años, los expertos han desaconsejado a los buceadores el uso de perfiles de inmersión que se consideran más peligrosos que otros. Uno de estos perfiles es el llamado “diente de sierra”. Esto lleva al buceador a realizar continuos cambios de profundidad, subiendo y bajando, durante la mayor parte de la inmersión. Otro perfil que no se recomienda es el llamado “inverso”, es decir, una cuota de profundidad mayor que sigue a otra de menos profundidad en forma directa.



Una inmersión que consiste en un descenso rápido a la profundidad seguido de un ascenso igualmente rápido también se considera arriesgada. Todos estos perfiles provocan cambios fisiológicos que no se han tenido en cuenta en los modelos matemáticos en los que se basan las tablas de descompresión y los ordenadores de buceo. Si practicas alguno de estos perfiles, considérate objeto de observación ya que quien conduzca la inmersión o incluso tu compañero, podrían llamarte la atención sobre esto.

El comportamiento estándar es sumergirse alcanzando la cota de profundidad máxima en la primera inmersión del día y en la primera parte de la inmersión, y evitar los cambios continuos de profundidad si no es para disminuir la misma progresivamente.

Ningún estudio concluyente ha relacionado la exposición al frío y la ED, pero muchos expertos creen que las bajas temperaturas son un factor que contribuye a la aparición de los síntomas de esta enfermedad. Al fin y al cabo, la exposición al frío provoca notables cambios en la circulación, que obviamente afectan al intercambio de nitrógeno en diversos tejidos corporales. Hay que tener cuidado con la protección térmica. Cuando se bucea en aguas frías, el comportamiento prudente incluye restringir los límites de no descompresión o, idealmente, usar un traje seco.

Otra precaución importante es no hacer un esfuerzo excesivo antes, durante o inmedia-

tamente después de la inmersión para evitar que los cambios fisiológicos alteren el intercambio tisular de nitrógeno. En muchos centros de buceo, en nombre de un mejor servicio al cliente, se ayuda a los buceadores a evitar el sobreesfuerzo. No es raro que la tripulación de una embarcación cargue los tanques a bordo, monte el equipo y ayude a los buceadores a entrar y salir del agua, lo que reduce el estrés y la fatiga.

Otros factores que interfieren en la circulación son el alcohol y la deshidratación; los buceadores deben abstenerse de beber alcohol antes, durante y por un tiempo razonable después de la inmersión. Evitar la deshidratación es igualmente importante, por lo que es un buen hábito beber mucha agua (preferentemente) cuando se bucea.

El uso de "aire enriquecido" (Nitrox) también puede desempeñar un papel clave en la prevención de la ED, como veremos más adelante en este manual si decides añadir la **Opción Nitrox** a este curso **SNSI Open Water Diver** y estar así cualificado para utilizar Nitrox 32 dentro de los límites de profundidad de este curso.



PRIMEROS AUXILIOS Y TRATAMIENTO

Lo primero que se debe hacer ante un buceador que sufre una ED es activar el Servicio Médico de Emergencia (SEM) marcando el Número Único de Emergencia (NUE) local del área donde te encuentres. En América es el 911 (en general), en Europa es el 112 pero te recomendamos que al llegar a un nuevo destino, te informes sobre esto. A continuación, haz que la víctima beba agua, si es posible, y ubícala en una posición cómoda.

El tratamiento de la Enfermedad por Descompresión consiste en la recompresión inmediata en una cámara hiperbárica. Esto reduce el tamaño de las burbujas permitiendo que el gas vuelva a la solución. A continuación, el buceador es despresurizado lentamente para permitir que el nitrógeno sea eliminado a través de los pulmones (respiración) como debería haber sido de forma natural. La necesidad y los procedimientos de recompresión en la cámara hiperbárica son decididos por los médicos de urgencias.

Los primeros auxilios para la ED consisten en administrar oxígeno a la persona lesionada. Tu instructor te explicará cómo utilizar la unidad de suministro de oxígeno y su correcta aplicación en cada caso. Pero, para estar cualificado para administrar oxígeno en emergencias de buceo, debes tomar el curso de **SNSI Oxygen Provider**.

CONCLUSIONES SOBRE LA ENFERMEDAD POR DESCOMPRESIÓN

La complejidad de la Enfermedad por Descompresión es tal que ningún ordenador o tabla de buceo puede garantizarnos completamente el riesgo de contraerla



SNSI Oxygen Provider
for Diving Emergencies



pero, aclarado el concepto de absorción y desaturación de nitrógeno, es evidente que el uso de una mezcla de “aire enriquecido” (Nitrox) supone una reducción de la presión parcial del nitrógeno respirado. Pensemos que a la misma profundidad, una menor absorción de este gas de los tejidos elimina o disminuye en parte el riesgo de ED.

Por lo tanto, armados con el conocimiento básico de los factores que contribuyen a la aparición de la ED, y siguiendo los procedimientos de buceo explicados hasta ahora, podemos gestionar el riesgo, mientras disfrutamos de la belleza, la libertad y la sensación de aventura que nos ofrece esta actividad recreativa.

05. LAS TABLAS DE BUCEO

De los capítulos anteriores se desprende que la profundidad y el tiempo son los dos parámetros clave que hay que tener en cuenta al planificar una inmersión.

Siempre que un buceador vaya a sumergirse, debe planificar la inmersión haciendo especial hincapié en la profundidad máxima que debe/puede alcanzar y en el tiempo de duración de la propia inmersión. Pero, ¿cómo podemos determinar hasta qué profundidad podemos llegar, cuánto tiempo podemos permanecer a una profundidad determinada y luego poder ascender directamente a la superficie sin sufrir la Enfermedad por Descompresión?

La U.S. Navy (Marina de Estados Unidos) ha creado tablas especiales que especifican los límites de profundidad y tiempo para bucear sin descompresión. Éstas



nos dan los valores (tiempo y profundidad) que permiten minimizar el riesgo de ED, aunque, como sabemos, cada individuo es diferente y por lo tanto las reacciones individuales a la absorción y desaturación de nitrógeno son diferentes: por lo tanto no hay ninguna tabla que pueda garantizar el no sufrir la Enfermedad por Descompresión. Por esta razón, para el buceo recreativo, se han realizado cambios en las tablas originales de la U.S. Navy, elaboradas para buzos militares, por lo tanto para uso profesional, reduciendo los límites de permanencia para las respectivas profundidades.

Se hizo necesario estudiar nuevos límites, que dieran una mayor garantía, y dedicados a los buceadores recreativos. Estos límites se han establecido gracias a una investigación utilizando tecnología de ultrasonido que ha dado como resultado una curva con límites Doppler, una combinación de profundidades y tiempos más prudentes para realizar inmersiones sin descompresión.

TERMINOLOGÍA DE LAS TABLAS DE BUCEO

Antes de entrar en la lectura y explicación de las tablas de buceo es necesario conocer el significado de los términos utilizados para poder interpretarla:

¿QUÉ ES EL "DOPPLER"?

En los primeros tiempos del buceo, las Tablas de inmersión se probaban utilizando un criterio muy simple: si los buceadores mostraban o no síntomas de enfermedad de descompresión. Un método muy tosco, pero era lo que permitían usar los conocimientos y tecnología de la época.

El desarrollo de la tecnología a partir de los años 60 permitió cambiar este enfoque mediante el uso de un instrumento llamado Doppler, una herramienta desarrollada para monitorizar el flujo sanguíneo durante una cirugía. Se trata de un instrumento acústico basado en un fenómeno físico llamado "Efecto Doppler", nombre que proviene del científico austriaco Christian Johan Doppler, que descubrió este fenómeno.

El detector Doppler funciona mediante ondas ultrasónicas que se envían a través del cuerpo del buceador. Estas ondas vuelven al monitor, provocando un sonido distinguible según la densidad del líquido que encuentran. Los sonidos que se escuchan con el ruido de fondo constante de los latidos del corazón y la sangre que fluye indican si hay burbujas en movimiento. Pero, ¿qué tiene esto que ver con la Enfermedad por Descompresión y las Tablas de Buceo?

Antes de que las burbujas crezcan y causen ED, existen ya en una forma muy pequeña y asintomática (llamadas burbujas silenciosas) y pueden ser interceptadas por el instrumento Doppler. Como resultado, los investigadores han desarrollado Tablas de Buceo en función de la presencia y la cantidad de estas microburbujas. Aunque no se ha demostrado una correlación directa entre la presencia de microburbujas y la ED, muchos expertos creen que la presencia de microburbujas es un buen indicador del "estrés de la descompresión" y sugieren una práctica de buceo que minimice la presencia de burbujas silenciosas. Siguiendo esta lógica, los desarrolladores de las Tablas de Buceo utilizan las pruebas Doppler como sistema para verificar y aumentar la eficacia de los Modelos de Descompresión.



Photo © Alessio Dallai

- **Buceo sin descompresión:** cualquier inmersión que permita el ascenso directo a la superficie.
- **Intervalo de superficie:** es el tiempo que pasas en la superficie entre dos inmersiones.
- **Buceo repetitivo:** cualquier inmersión realizada con un intervalo de superficie que no permita la eliminación completa del nitrógeno residual.
- **Profundidad:** es la profundidad máxima alcanzada durante la inmersión.
- **Tiempo de buceo - ABT (Actual Bottom Time):** se mide desde el inicio del descenso hasta el inicio del ascenso a la superficie.
- **Nitrógeno Residual:** la cantidad de nitrógeno que permanece disuelta en los tejidos del buceador en cuanto termina la inmersión y que se elimina al permanecer en la superficie.
- **Letra del grupo designado:** la cantidad de nitrógeno residual se identifica en la tabla con una letra del alfabeto.
- **Letra del nuevo grupo designado:** Mientras permanecen en la superficie, los tejidos se desaturan poco a poco, con una reducción continua y constante de la cantidad de nitrógeno disuelto en los mismos. Tras el intervalo en superficie, el buceador tendrá disuelto en los tejidos una cantidad menor de nitrógeno, correspondiente a una letra del alfabeto que identifica el nuevo grupo designado.
- **Tiempo de Nitrógeno Residual - RNT (Residual Nitrogen Time):** la letra del nuevo grupo puede transformarse en minutos de nitrógeno residual a la profundidad de la nueva inmersión, por lo que serán minutos de penalización para el tiempo empleado en la nueva inmersión.
- **Tiempo Equivalente de Buceo - ESDT (Equivalent Single Dive Time):** es el tiempo de inmersión (ABT) más el tiempo de nitrógeno residual (RNT) al final de una inmersión repetitiva ($ESDT = ABT + RNT$).



LA TABLA DE BUCEO SNSI

La Tabla de Buceo SNSI se creó componiendo la tabla de la U.S. Navy para la inmersión con aire y la tabla NOAA para la inmersión con Nitrox 32, luego se aplicaron los límites Doppler a estas tablas.

Al utilizar la Tabla de Buceo es necesario considerar tres tablas separadas, cada una con su propia función.

TABLA 1: Límites de NO decompresión. La función de la tabla 1 es indicar al buceador cuál es el límite de tiempo durante el cual puede permanecer a una profundidad determinada y ascender directamente a la superficie. Esta tabla también muestra la letra del grupo al que pertenece el buceador al final de cada inmersión. En el extremo izquierdo de la tabla se indican las profundidades para "Aire" y "EAN32". Por el momento sólo utilizaremos el buceo con aire como ejemplo, hablaremos del buceo con Nitrox en el próximo capítulo.

Cuando la inmersión se realiza a una profundidad que no aparece en la tabla, debemos referirnos a la siguiente profundidad (ejemplo: si se hace una inmersión a 11 metros/36 pies, la tabla tiene en cuenta 12 metros/40 pies). Desplazándose hacia la derecha en la parte superior se pueden leer las palabras "NDL": en estas columnas se indican los límites de no decompresión (No Decompression Limits),

en la columna azul están los límites Doppler, mientras que la columna roja muestra los límites U.S. Navy y NOAA. En la parte restante de la tabla se muestran los tiempos de permanencia a diferentes profundidades con sus respectivos grupos. Los tiempos dentro de la línea roja (curva Doppler) son los límites Doppler, mientras que los tiempos en la zona roja son los límites de la U.S. Navy.

Pero vamos a intentar aclarar las ideas con un ejemplo. Supongamos que un buceador quiere sumergirse a una profundidad de 15 metros/50 pies: enseguida veremos que el límite de no decompresión de Doppler es de 63 minutos, mientras que el límite de la U.S. Navy es de 92 minutos: los buceadores deportivos deben permanecer siempre dentro de los límites de Doppler.

El buceador del ejemplo decide programar su tiempo de inmersión en 50 minutos: se desplaza por la línea de 15 metros/50 pies hasta encontrar 56 minutos, luego sube y en la columna correspondiente encuentra

PROFUNDIDAD				NDL		GRUPO DE REPETICIÓN DESIGNADO												
AIRE (m/pies)	EAN 32 (m/pies)	Doppler	U.S.Navy	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M		
3	10	4,5	15	245	Unlimited	57	101	158	245	426	> 426							
4,5	15	6	20	217	Unlimited	36	60	88	121	163	217	297	449	> 449				
6	20	7,5	25	205	Unlimited	26	43	61	82	106	133	165	205	256	330	461	>461	
7,5	25	9	30	166	1102	20	33	47	62	78	97	117	140	166	198	236	285	354
9	30	12	40	145	371	17	27	38	50	62	76	91	107	125	145	167	193	223
10,5	35	13,5	45	131	232	14	23	32	42	52	63	74	87	100	115	131	148	168
12	40	15	50	108	163	12	20	27	36	44	53	63	73	84	95	108	121	135
13,5	45	16,5	55	82	125	11	17	24	31	39	46	55	63	72	82	92	102	114
15	50	18	60	63	92	9	15	21	28	34	41	48	56	63	71	80	89	92
18	60	21	70	45	63	7	12	17	22	28	33	39	45					
21	70	24	80	37	48	6	10	14	19	23	28	32	37					

La Tabla completa está al final del Capítulo



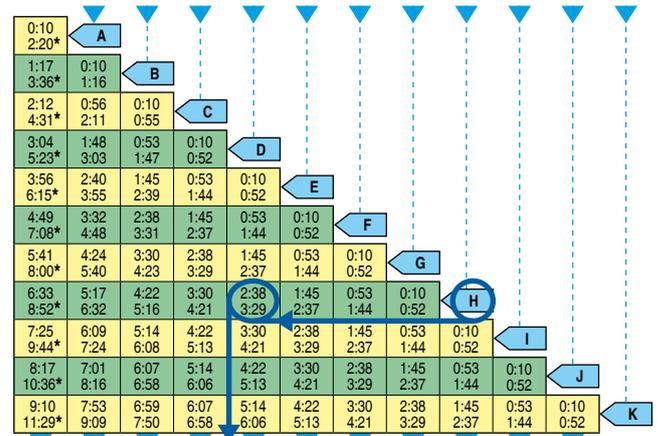
la letra H que es, como se ha dicho, la letra del Grupo Designado.

TABLA 2: Intervalos de superficie. Volviendo al ejemplo anterior, supongamos que la jornada de buceo de nuestro buceador no ha terminado, y quiere volver a visitar el mundo submarino. Como buceador responsable, planea la segunda inmersión del día a una profundidad menor que la anterior, por lo que decide alcanzar los 12 metros/40 pies de profundidad y pasar 3 horas en la superficie.

La tabla 2 muestra los mismos grupos que la tabla 1. Hemos visto que el buceador pertenecía al Grupo H, así que empezemos de nuevo en la tabla 2 desde el mismo Grupo y desplacémonos hacia la izquierda donde encontramos los recuadros que contienen los intervalos de tiempo. Nos desplazamos ahora por la fila correspondiente hasta encontrar la casilla que contiene el intervalo de superficie de 3 horas. Están entre el 2:38 y el 3:29. Luego nos movemos hacia abajo hasta encontrar la letra E que es el nuevo Grupo Designado.

TABLA 3: Tiempos de Nitrógeno Residual. Sirve para transformar el nuevo grupo designado (que representa un nivel de nitrógeno absorbido) en minutos de penalización por inmersión repetitiva. Siguiendo con el ejemplo anterior, recordemos que el buceador había entrado en el grupo E y quiere bucear a 12 metros/40 pies. En la tabla 3 descendemos desde el grupo E hasta cruzar la fila de los 12 metros/40 pies, en el recua-

dro hay dos números. El número de la izquierda (amarillo) indica el tiempo de nitrógeno residual (RNT), en este caso 45 minutos. El número de la derecha (verde) indica el tiempo máximo sin descompresión para la siguiente inmersión: en este caso el buceador tendrá 63 minutos como tiempo límite. El buceador del ejemplo real (ABT) de 50 minutos, muy dentro de la curva Doppler.



AIRE (m/pies)	EAN 32 (m/pies)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
3	10	4,5	15	58 187	101 144	159 86	◇	◇	◇	◇	◇	◇
4,5	15	6	20	37 180	61 156	89 128	122 95	164 53	◇	◇	◇	◇
6	20	7,5	25	27 178	44 161	62 143	83 122	106 99	134 71	166 39	◇	◇
7,5	25	9	30	21 145	34 132	48 118	63 193	79 87	98 68	118 48	141 25	167 835
9	30	12	40	18 127	28 117	39 106	51 94	63 82	77 68	92 53	108 37	126 19
10,5	35	13,5	45	15 116	24 107	33 98	43 88	53 78	64 67	75 56	88 43	101 30
12	40	15	50	13 95	21 87	29 79	37 71	45 63	55 53	64 44	74 34	85 23
13,5	45	16,5	55	12 70	18 66	25 57	32 50	40 42	48 34	56 26	64 18	73 11
15	50	18	60	11 50	17 46	23 40	29 34	35 28	42 21	49 14	56 8	63 1

La Tabla completa está al final del Capítulo



La Tabla de Buceo SNSI nos permite planificar tantas inmersiones por día como queramos realizar: se puede seguir y seguir, sumando ABT y RNT se vuelve a la tabla 1 y se encuentra el nuevo grupo designado, y así sucesivamente.

Las tablas de buceo son útiles para entender cómo se produce el proceso de saturación: cuanto más profundo, más rápido se saturan los tejidos; cuanto más larga es la permanencia bajo el agua, mayor es la cantidad de nitrógeno residual al final de la inmersión; cuanto más largo es el intervalo en superficie, mayor es la desaturación de los tejidos y el tiempo de fondo en la siguiente inmersión.

En realidad, para la planificación y ejecución de la inmersión, los buceadores modernos utilizan la computadora de buceo, una herramienta indispensable que se ilustra en el siguiente párrafo.

06. LA COMPUTADORA DE BUCEO

En el punto anterior has aprendido a planificar tu inmersión utilizando las tablas de buceo. Esta práctica, aunque válida, suele ser un cálculo puramente teórico.

Hoy en día los ordenadores de buceo se han convertido en herramientas tan habituales que muy pocos buceadores nostálgicos siguen utilizando las tablas para planificar su inmersión.

Los buceadores modernos aprovechan la tecnología actual y utilizan

computadoras de buceo. La computadora de buceo es una pieza del equipo que todo buceador debería tener desde sus primeras burbujas en el mundo líquido.

El ordenador es una herramienta muy útil para inmersiones deportivas: recava información contenida en el profundímetro y los instrumentos que miden tiempo, facilitando así la gestión de la inmersión para el buceador y aportando una serie de informaciones adicionales gracias al tratamiento de los datos recolectados y almacenados, que el instrumento es capaz de realizar.

El objetivo principal de un ordenador de buceo es evitar la aparición de la enfermedad por descompresión (ED). Este objetivo lo consigue una computadora, calculando el nivel de absorción y de eliminación en los distintos tejidos del organismo, de los gases responsables de la ED (en nuestro caso el nitrógeno).

Al diseñar el modelo matemático que simula el proceso de absorción y liberación de nitrógeno, fue necesario tener en cuenta todos los factores que determinan la tasa de saturación y desaturación de los distintos tejidos.

De ahí la necesidad de implementar este modelo con una serie de expresiones matemáticas, traducidas en un algoritmo, que relacionan los efectos de la presión y el tiempo de exposición a una presión determinada con la tasa y la cantidad de absorción y eliminación de nitrógeno, propias de cada tipo de tejido. Obviamente, estos tejidos son "teóricos" y sólo propor-





cionan una simulación de lo que ocurre en el interior del cuerpo humano. A lo largo de los años, se han estudiado algoritmos que pueden producir varios modelos teóricos, similares entre sí, pero con sutiles diferencias, capaces de hacer que la computadora funcione de forma sustancialmente diferente.

Hay que recordar que las tablas exigen que el buceador calcule la inmersión como si hubiera alcanzado inmediatamente la profundidad máxima y hubiera pasado todo el tiempo a esa profundidad.

Obviamente, no todas las inmersiones consideradas con este sistema conducen al mismo grado de absorción de nitrógeno. Una inmersión a -18 metros/60 pies durante diez minutos con una parada a 12 metros/40 pies durante 20 minutos no produce el mismo grado de absorción de nitrógeno que una inmersión a -18 metros/60 pies durante 30 minutos.

Los ordenadores comprueban regularmente la profundidad y el tiempo mientras calculan la saturación de los compartimentos tisulares. La ventaja de los ordenadores es que no se olvidan de comprobar la profundidad y el tiempo y que tienen en cuenta, en comparación con las tablas, el tiempo que pasamos a menos profundidad, lo que nos permite bucear más tiempo. Los ordenadores también miden los intervalos de superficie, lo que proporciona información importante para planificar las inmersiones posteriores.

Una cosa que la computadora no hace es pensar por nosotros y, en algunos casos, puede darnos una falsa sensación de seguridad. Por ejemplo, la computadora

hará sus propios cálculos en las inmersiones con “dientes de sierra” o perfiles “invertidos” y nos dirá que nos mantenemos dentro de los límites de seguridad, cuando en realidad estamos fuera de ellos.

Utilizar una computadora no significa olvidar los principios básicos del buceo seguro. El ordenador sigue siendo una herramienta que nos ayuda a tomar decisiones, no decide por nosotros.

07. CÓMO USAR LA COMPUTADORA

La consideración más importante que hay que tener presente, cuando se confía en una computadora de buceo, es que este instrumento no puede calcular la absorción exacta y la consiguiente liberación de nitrógeno por parte de los tejidos que componen el cuerpo humano: sólo puede simularlo y teorizarlo sobre la base de un modelo matemático. La computadora es una máquina y no, como creen algunos, un “cerebro electrónico” capaz de dar sus propias respuestas a problemas inesperados.

Hay que considerar bien todo esto y tener en cuenta que al utilizar una computadora hay que respetar los límites y los parámetros fijados por el fabricante en ese modelo específico: por ejemplo la velocidad de ascenso es un dato fijo en la computadora que el usuario debe respetar necesariamente.

Además de esto, es bueno tener en cuenta que el ordenador, al funcionar sobre un modelo matemático, no es capaz de conocer el estado físico de la persona que lo usará ni parámetros como la deshidratación, la

obesidad, la intoxicación por alcohol, la fatiga, el tabaquismo, las drogas: que no se pueden introducir en la máquina y por tanto no se pueden hacer intervenir en el cálculo estimativo. Se trata de factores que todo buceador conoce personalmente y que debe tener en cuenta para mantenerse en condiciones de seguridad en todo momento.

1. Leer el manual de instrucciones. Antes de utilizar una computadora, hay que leer atentamente el manual de instrucciones proporcionado por el fabricante y no confiar en los conocimientos de otras personas.

Cada computadora tiene sus propias características. Es importante leerlas detenidamente y comprenderlas antes de empezar a utilizarla. Un ejemplo límite es el indicador de "ascenso", que puede interpretarse como una invitación a volver a la superficie cuando en realidad advierte que la velocidad de ascenso es demasiado alta.

Las computadoras de buceo están diseñadas para calcular la descompresión: todos los modelos son capaces de calcular las inmersiones fuera de la curva, pero este tipo de buceo requiere una formación específica y mucha experiencia. Mantenerse dentro de la curva es mucho más fácil en caso de emergencia.

Cada vez que sales de la curva no tienes la posibilidad de volver a superficie inmediatamente, por esta razón es esencial no salir nunca de la curva de seguridad a menos que se haya asistido al curso *SNSI Recreational Deco Diver* en el que te formarás en buceo con descompresión.



Photo © Alessio Dallai



SNSI RecDeco Diver



2. Un buzo, una computadora. Es fundamental que cada buzo tenga su propia computadora durante la inmersión. Incluso los dos miembros de la pareja más unida nunca permanecen a la misma profundidad durante el mismo tiempo.

Dado que el instrumento calcula la integral de la curva de inmersión (un concepto matemático) en función de los parámetros tiempo/profundidad, puede haber diferencias en los tiempos residuales pertenecientes a la curva, que son importantes para las inmersiones posteriores.

3. Seguir a la computadora más conservadora. Como hemos dicho, cada buceador debe tener su propio ordenador, aunque el buceo es una actividad que debe realizarse siempre en pareja, junto a tu compañero de buceo. Sin embargo, es posible que cada uno tenga un ordenador diferente o que hagan un perfil ligeramente distinto (aunque sea por un solo metro, o por permanecer a una profundidad diferente durante un minuto más), por lo que los tiempos de no descompresión pueden no coincidir. En este caso, ambos buceadores seguirán el ordenador más conservador.

4. Respetar la velocidad de ascenso. En todas las computadoras se ha establecido una velocidad máxima de ascenso de unos 9 metros/30 pies por minuto.

De hecho, se ha demostrado que un ascenso lento puede resolver el problema de la formación de microburbujas que a veces se forman cuando el buceador emerge a una velocidad superior a la permitida. Es obli-

gatorio respetar la velocidad indicada por el ordenador porque este dato es uno de los parámetros fundamentales que se introducen en el cálculo. En caso de no respetar este límite, la computadora indicará el incumplimiento con unas alarmas gráficas y sonoras.

5. En caso de mal funcionamiento. Ocurre muy rara vez, pero la computadora de uno de los dos compañeros de buceo puede apagarse (por ejemplo, por una batería descargada que hemos olvidado sustituir o recargar) o sufrir una avería durante la inmersión. En este caso será obligatorio ascender juntos, siguiendo las instrucciones del ordenador del buzo que aún la conserva y haciendo una parada de seguridad. Si se han respetado las normas del buceo recreativo, el problema del bloqueo o desperfecto del ordenador se resuelve fácilmente sin consecuencias.

6. Seguir los perfiles correctos. Planifica y ejecuta primero la parte más profunda de la inmersión, comenzando con un descenso hasta la profundidad máxima prevista y continuando con un ascenso gradual hasta profundidades progresivamente menores.

En el caso de inmersiones repetitivas y en el mismo día, debes realizar primero la inmersión más profunda y hacer cada inmersión posterior a menor profundidad que la anterior. Se desaconseja fuertemente el buceo profundo repetitivo.

7. Aplicar siempre el sentido común. Como ya hemos visto, son varios los factores que pueden aumentar la posibilidad de padecer ED: edad avanzada, falta



de entrenamiento, deshidratación, fatiga, traumatismos físicos antiguos, entre otros ya mencionados. Son factores que tienden a llevar al buceador más allá de los parámetros del modelo matemático, por lo que en su presencia es ciertamente más prudente no llevar al extremo los límites de la curva de seguridad. Bucear con precaución significa ascender antes del final del tiempo previsto por la curva, sin sobrepasarlo, evitando un esfuerzo excesivo y demasiadas inmersiones repetitivas, manteniendo así un amplio margen de seguridad.

8. Efectuar siempre una parada de seguridad. Algunas computadoras dan una indicación de la parada de seguridad a realizar entre 3 y 5 metros/10-15 pies durante 3 minutos, mientras que otros no dan ninguna indicación. Independientemente del tipo de computadora que utilices, recuerda que la parada de seguridad es un procedimiento fundamental que permite una mayor eliminación de nitrógeno del organismo con el consiguiente mayor control del riesgo de ED.

9. Ascender lentamente desde la parada de seguridad hasta la superficie. La mayoría de los buceadores cometen el error de ascender rápidamente desde la parada de seguridad a la superficie. Piensa que cuando estás a 5 metros/15 pies de profundidad la presión ambiental que te rodea es de 1,5 atm y en la superficie la presión ambiental es de 1 atm. Por lo tanto, de 5 metros/15 pies a la superficie hay una reducción de la presión ambiental del 33%; del mismo modo, los gases se expanden un 33%. Por

ello, el ascenso desde los 5 metros hasta la superficie requiere atención y control y debe realizarse siempre a una velocidad inferior a 9 metros/30 pies por minuto. No tengas prisa por sacar la cabeza del agua, relájate y disfruta de esos últimos momentos de la inmersión!

Concluimos este tema recordando que la electrónica ha revolucionado la forma de sumergirse, alargando considerablemente el tiempo de inmersión, pero, como se ha repetido varias veces, el ordenador no es capaz de pensar de forma autónoma, sólo es una computadora muy rápida. Depende del sentido de la responsabilidad del buceador utilizarla de forma inteligente y conservadora. Aunque este instrumento es uno de los medios por los que el ser humano puede disfrutar de las maravillosas sensaciones que proporciona el buceo,



Photo © Alessio Dallai



es necesario recordar que **ninguna computadora ni tabla de buceo puede garantizar que los síntomas de la ED no aparecerán** pero lo que sí se puede hacer es gestionar ese riesgo de la mejor manera posible.

08. LA COMPUTADORA DESPUÉS DEL BUCEO

La mayoría de las computadoras de buceo modernas permiten la conexión a la computadora de escritorio (PC o iMAC) a través de una interfaz, con la posibilidad de descargar los datos de las inmersiones realizadas. Utilizando el software de análisis proporcionado por el fabricante, se pueden generar curvas, diagramas, perfiles y gráficos con los que hay que familiarizarse. Un gráfico típico muestra: tiempo/profundidad, parámetros de respiración, presión del tanque, temperatura, velocidad de descenso y ascenso. Los buceadores que utilizan Nitrox, pueden obtener diagramas de la Presión Parcial de Oxígeno (PPO₂), el nivel de toxicidad del sistema nervioso central (SNC) del oxígeno inhalado y las Unidades Tóxicas de Oxígeno (OTU). Muchos programas también generan un gráfico que representa la carga de nitrógeno tisular en función del tiempo de inmersión.

Una vez que hayas aprendido a utilizar el programa, a descargar la información de la memoria de la computadora de buceo y a generar los gráficos, el siguiente paso puede ser disfrutar analizando los datos y comparándolos con los de tus compañeros de inmersión o con los de tus propias inmersiones anteriores. Algunos programas tienen la función de resaltar las partes del perfil que no están en el rango normal.

El análisis detallado de las fases críticas de la inmersión desde el punto de vista de la seguridad es una función importante de los datos descargados desde la computadora de buceo. Por ejemplo, destacar los casos en los que se ha superado la velocidad de ascenso recomendada y relacionar este suceso con una actividad específica durante la inmersión proporciona información importante sobre la técnica de inmersión y los procedimientos correctos para evitar velocidades de ascenso excesivas en inmersiones futuras. Si la velocidad de ascenso fue excesiva en la fase final de la inmersión, debe mejorarse el control de la flotabilidad.

Otro perfil negativo que puede resaltar el ordenador es el llamado “diente de sierra”, que generalmente denota una condición de preocupación, de tensión emocional, al nadar junto a una pared, un arrecife, un naufragio y no controlar correctamente la profundidad y la flotabilidad. Hay que recordar que este perfil de inmersión aumenta el riesgo de incurrir en ED.

Por lo general, es difícil creer que los compañeros de una pareja de inmersión, incluso los que están convencidos de que siempre han buceado juntos, revelen perfiles de tiempo/profundidad diferentes; sin embargo, basta con comparar los datos tomados de sus respectivas computadoras para tener una prueba tangible de ello: las diferencias en la profundidad, en las respectivas velocidades de descenso y ascenso, y en las frecuencias respiratorias serán evidentes. De este modo, se pondrán de manifiesto las diferencias de comportamiento entre dos individuos que les impiden confiar su propia



seguridad a otra computadora de buceo que no sea la propia.

También hay que tener en cuenta que, aunque se ejecute el mismo perfil, como se ha dicho anteriormente, los distintos ordenadores accionan de forma diferente a los datos recogidos y modifican sus algoritmos en consecuencia. Por ejemplo, algunos modelos que incorporan la presión del aire modifican el algoritmo de descompresión como respuesta a diversos factores, como la velocidad de ascenso y la frecuencia respiratoria. Un aumento de la frecuencia respiratoria y un incremento momentáneo de la velocidad de ascenso pueden hacer que la computadora utilice un algoritmo más conservador que el utilizado por la computadora del compañero. Esta es una de las muchas razones por las que los compañeros de buceo pueden encontrar que sus respectivos ordenadores dan información diferente sobre los intervalos de superficie y los parámetros para las inmersiones repetitivas.

Además del registro de datos y perfiles de inmersión, que ofrecen muchos programas, también puedes encontrar funciones útiles para la planificación de inmersiones. Por ejemplo, puedes simular inmersiones con varias repeticiones y generar gráficos que muestren la absorción de nitrógeno. Estos gráficos son herramientas importantes, muy útiles para entender lo que ocurre en los tejidos en términos de carga de nitrógeno durante y entre las inmersiones. Esto también puede ayudarte a comprender lo importante que es planificar cuidadosamente las inmersiones posteriores que se re-

piten durante muchos días consecutivos.

Muchos programas proporcionados por los fabricantes de computadoras de buceo permiten añadir información a los perfiles de las inmersiones realizadas, para constituir un verdadero libro de inmersiones, que contendrá información sobre la flotabilidad, el consumo de aire, la profundidad y la temperatura. También se puede añadir información útil para la asistencia de emergencia, así como datos adicionales como el nombre del compañero, las características del lugar visitado e incluso información sobre el centro de buceo.

Muchas de las funciones que ofrecen muchos programas pueden parecer superfluas, pero se puede aprender mucho de esta información, y gran parte de ella es significativa para la seguridad. Toda esta información es útil para planificar las inmersiones posteriores, y una planificación cuidadosa permite una mejor gestión del riesgo.





SNSI Advanced Open Water Diver

Las computadoras con capacidad para PC o iMAC representan una oportunidad única para que el mundo del buceo conozca mejor las complejidades de la ED. De hecho, los investigadores están recogiendo datos descargados de las computadoras de buceo, en colaboración con los centros de buceo, las tiendas de buceo y los cruceros, con la intención de conocer mejor las variables que contribuyen a la incidencia de la ED.

Las computadoras de buceo son herramientas importantes para los buceadores de todos los niveles de certificación. Aprenderás más sobre este tema durante tu próximo curso de *SNSI Advanced Open Water Diver* porque es parte de la filosofía de SNSI hacer el mejor uso de la tecnología para la diversión y el disfrute del buceo.

09. ELEGIR LA COMPUTADORA DE BUCEO

Ahora que ya sabes qué es un ordenador de buceo y cómo funciona, podrás decidir qué computadora comprar para tus inmersiones. Todas las computadoras del mercado actual son bastante fiables. Se distinguen no sólo por el tipo de algoritmo utilizado, sino también por lo "sofisticadas" que son.

Hay computadoras capaces de calcular inmersiones en las que el buceador cambia el tipo de mezcla que respira durante la inmersión, otras que permiten conectar un "sensor" en la salida de alta presión de la primera etapa y recibir, a través de la señal enviada por ese sensor, los datos sobre la presión de la mezcla en el tanque, dando una indicación de la duración del mismo





en función de la respiración del buceador y cambiando también el algoritmo en función de la frecuencia respiratoria.

Existen modelos de computadoras que permiten al usuario establecer algoritmos más o menos conservadores.

A tu nivel, la mejor opción es optar por un ordenador sencillo que sea fácil de usar y te ofrezca una buena lectura de los parámetros del buceo. Tendrás tiempo para ganar experiencia y comprar computadoras más complejas y, por tanto, más caras. Tu primer ordenador se convertirá entonces en tu ordenador de reserva (también conocido como ordenador de "backup").

Un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de comprar es que la computadora tenga una batería reemplazable por el usuario. Las computadoras que no permiten sustituir las baterías por el usuario son muy caras de mantener y también poco prácticas porque cuando la batería se agota, hay que enviar el dispositivo a un centro de servicio o directamente al fabricante, lo que se traduce en largos tiempos de espera y un costoso mantenimiento.

10. PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD

Debido a los numerosos factores que pueden afectar a la saturación y desaturación, es esencial ser rigurosos en la planificación de la inmersión. Debes efectuar la parada de seguridad de 3 a 5 minutos a 5 metros/15 pies en todas las inmersiones a más de 9 metros/30 pies de profundidad.



Mira el Video:
Salida y Parada de Seguridad

En el improbable caso de que sobrepasaras los límites de no descompresión, deberás realizar todas las paradas obligatorias indicadas por la computadora, además de la parada de seguridad adicional de 3 minutos a 5 metros/15 pies.

Después de haber obtenido tu certificación *SNSI Open Water Diver* podrás participar en los cursos *SNSI Advanced Open Water Diver* y *SNSI Recreational Nitrox Diver* y sólo al final de esta formación podrás solicitar a tu instructor SNSI participar en el curso *SNSI Recreatio-*





nal *Deco Diver* a través del cual podrás aprender la información correcta y las técnicas de buceo para bucear más allá de la curva de seguridad.

Recuerda que cuando buceamos nos adentramos en un entorno que no es el nuestro ambiente natural, hay cambios fisiológicos, implicancias psicológica y factores de estrés. Es necesario ser siempre muy conscientes de lo que hacemos, por lo que hay que mantenerse dentro de los límites de la formación recibida para tener plena conciencia de lo que hacemos.

11. OTRAS CONSIDERACIONES SOBRE LA ABSORCIÓN DE NITRÓGENO

También hay situaciones que requieren precauciones especiales, como bucear en altitud y viajar en avión después de bucear.

Cuando se bucea en altitud (a más de 300 metros/1000 pies sobre el nivel del mar) los índices de absorción y desaturación de nitrógeno cambian, por lo que también es necesario cambiar los parámetros de inmersión: cómo hacer estos cambios lo podrás aprender en el curso de especialidad *SNSI Altitude Diver*.

Llegar a los destinos de buceo suele implicar un viaje en avión. Los aviones, en viajes largos, suelen mantener una presurización de la cabina equivalente a 1.500-2.000 metros/5000-6600 pies de altitud. Las tablas y las

computadoras de buceo prevén un ascenso a la superficie a nivel del mar. Ascender volviendo a superficie a una mayor altitud nos sitúa en un entorno de menor presión que podría inducir a una Enfermedad por Descompresión.

Las directrices generales para volar después de bucear son: los buceadores que sólo hacen una inmersión al día deben esperar al menos 12 horas para volar. Los buceadores que realicen inmersiones repetitivas, especialmente si son de varios días consecutivos, deben esperar al menos 24 horas.

12. CONCLUSIÓN

Los efectos indirectos de la presión sobre el buceador y su gestión, la planificación del buceo con aire y una mención a las ventajas del buceo con Nitrox fueron los temas de este capítulo. Has adquirido conocimientos sobre las computadoras de buceo y ahora puedes elegir el ordenador adecuado para tí.

El sentido de la responsabilidad que has adquirido gracias a los conocimientos que has aprendido hasta ahora te convertirá en un buceador tranquilo capaz de manejar la inmersión en todas sus fases con habilidad; y de permanecer relajado y divertirse sabiendo que has aplicado los conocimientos necesarios para una buena gestión del riesgo.

Dive Up Your Life
www.scubaasnsi.com



Mira el Video
de la Sesión de Agua #4

TABLA 1:

LÍMITE DE TIEMPO

- En la columna de la **Mezcla** utilizada, identifica la **Profundidad** máxima de la Inmersión (igual o mayor).
- El **Límite de Tiempo** **No Descompresión** se indica en la misma línea..
- Desplázate por la línea hasta encontrar los **Minutos** (iguales o mayores) transcurridos a esa profundidad (ABT).
- Desplázate por la columna (en la parte superior) para encontrar la letra del **Grupo de Repetición Designado**.

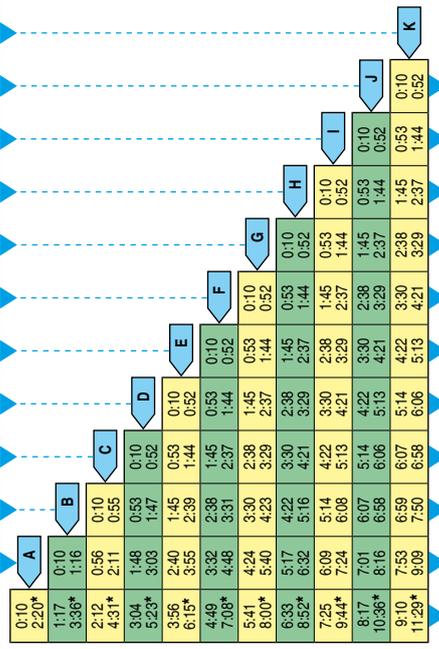
SIN DESCOMPRESIÓN:

PROFUNDIDAD		GRUPO DE REPETICIÓN DESIGNADO														
AIRE (m/pies)	EAN 32 (m/pies)	NDL		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
		Doppler	U.S.Navy													
3	10	4.5	15	245	57	101	158	245	426	> 426						
4.5	15	6	20	217	36	60	88	121	163	217	287	449	> 449			
6	20	7.5	25	205	26	43	61	82	106	133	165	205	256	330	461	> 461
7.5	25	9	30	166	1102	20	33	47	62	78	97	117	140	166	198	236
9	30	12	40	145	371	17	27	38	50	62	76	91	107	125	145	167
10.5	35	13.5	45	131	232	14	23	32	42	52	63	74	87	100	115	131
12	40	15	50	108	163	12	20	27	36	44	53	63	73	84	95	108
13.5	45	16.5	55	82	125	11	17	24	31	39	46	55	63	72	82	92
15	50	18	60	63	92	9	15	21	28	34	41	48	56	63	71	80
18	60	21	70	45	63	7	12	17	22	28	33	39	45	51	57	63
21	70	24	80	37	48	6	10	14	19	23	28	32	37	42	47	48
24	80	27	90	28	39	5	9	12	16	20	24	28	32	36	39	
27	90	33	110	24	33	4	7	11	14	17	21	24	28	31	33	
30	100	36	120	18	25	4	6	9	12	15	18	21	25			
33	110			16	20	3	6	8	11	14	16	19	20			
36	120			10	15	3	5	7	10	12	15					
39	130			6	12	2	4	6	9	11	12					
42	140			4	10	2	4	6	8	10						
45	150			3	8	3	5	7	8							

TABLA 2:

INTERVALO DE SUPERFICIE

- Identifica el **Grupo de Repetición Designado** de la tabla anterior.
- Desplázate por la línea (hacia la izquierda) para encontrar el **Intervalo** que contiene el **Tiempo de Superficie** entre las dos inmersiones.
- Desplázate hacia abajo sobre la columna para encontrar el **Nuevo Grupo de Repetición Designado**.



- * Las Inmersiones con un Intervalo de Superficie superior al tiempo indicado con un **Asterisco** NO se consideran repetitivas.

TABLA 3:

TIEMPO DE NITRÓGENO RESIDUAL

AIRE (m/pies)	EAN 32 (m/pies)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K													
3	10	4.5	15	58	187	101	144	159	86	0	0	0													
4.5	15	6	20	37	180	81	156	89	128	122	95	164	53												
6	20	7.5	25	27	178	44	161	62	143	83	122	106	99	134	71	166	39								
7.5	25	9	30	21	145	34	132	48	118	63	193	79	87	98	68	118	48	141	25	167	935	198	904	237	865
9	30	12	40	18	127	28	117	39	106	51	94	63	82	77	68	92	53	108	37	128	19	146	225	168	203
10.5	35	13.5	45	15	116	24	107	33	98	43	88	53	78	64	67	56	88	43	101	30	116	15	132	100	
12	40	15	50	13	95	21	87	29	79	37	71	45	63	55	53	64	44	74	34	85	23	97	11	109	54
13.5	45	16.5	55	12	70	18	66	25	57	32	50	40	42	48	34	56	26	64	18	73	9	83	42	93	32
15	50	18	60	11	52	17	46	23	40	29	34	35	28	42	21	49	14	57	6	65	27	73	19	81	11
18	60	21	70	8	36	14	31	19	26	24	21	29	16	35	10	40	5	46	17	32	11	58	5		
24	80	27	90	7	21	10	18	14	14	18	10	22	6	25	3	29	10	33	6	38	1				
30	100	36	120	5	13	8	10	11	7	14	4	17	1	20	5	23	2								
33	110			5	9	8	6	10	4	13	1	16	4	18	2										
36	120			5	7	3	9	1	12	3	14	1													
39	130			4	2	6	9	3	11	1															
42	140			4	6	4	8	2																	
45	150			4	4	4	6	2																	

- Cruza el **Nuevo Grupo de Repetición Designado** (después del Intervalo de Superficie) de la Tabla anterior con la **Profundidad** máxima de la Inmersión Repetitiva, identificada en la columna de la **Mezcla** utilizada.
- El cuadro muestra el **Tiempo de Nitrogeno Residual (RNT)** en **amantill** y el nuevo Límite de No Descompresión en **verde**.
- ◊ Tiempo de Nitrogeno Residual NO determinable con esta Tabla.



PREGUNTAS DE REPASO - CAPÍTULO 4

1. ¿Cuál es la presión parcial de oxígeno en la superficie?
 - 0.21 atm
 - 0.79 atm
 - 21%
2. ¿Cuál es la presión parcial del nitrógeno a una profundidad de 10 metros/30 pies?
 - 0.42 atm
 - 79%
 - 1.58 atm
3. La velocidad de ascenso recomendada es:
 - 18 metros / 60 pies por minuto.
 - 15 metros / 50 pies por minuto.
 - 9 metros / 30 pies por minuto.
4. El nitrógeno residual es el total de nitrógeno disuelto...
 - en los tejidos del buceador después de bucear expresado en minutos.
 - en los tejidos del buceador después de la segunda inmersión expresado en minutos.
 - Ambas son correctas.
5. Para todas las inmersiones de más de 9 metros/30 pies de profundidad, debes realizar una parada de seguridad de:
 - 3-5 minutos a 3-5 metros/10-15 pies.
 - 5-10 minutos a 3/5 metros/10-15 pies.
 - 3-5 minutos a 6-9 metros/20-30 pies.
6. Con tu computadora puedes exceder los tiempos límite sin descompresión.
 - Verdadero.
 - Falso.

Photo © Alessio Dallai

La Descompresión en Buceo Recreativo.



SNSI Recreational Deco Diver





Apéndice CAPÍTULO 4:

LA INMERSIÓN CON NITROX



01. INTRODUCCIÓN

En esta parte del manual hablaremos de las razones físicas y fisiológicas que marcan la diferencia entre bucear con aire y bucear con Nitrox: Aire Enriquecido con Oxígeno. Entenderemos por qué es interesante conocer y utilizar la metodología del buceo con esta mezcla.

Aquí aprenderás los conceptos básicos para planificar y realizar inmersiones con Nitrox. Sin embargo, este sigue siendo un curso *SNSI Open Water Diver*, enriquecido por esta opción que te permitirá bucear con Nitrox 32 (EAN32) dentro de los límites establecidos para los buceadores certificados Open Water Diver (18 metros/60 pies).

Por lo tanto, no pretende ser un sustituto del curso *SNSI Recreational Nitrox Diver* en el que se tratarán en profundidad los conceptos del buceo Nitrox.

02. QUÉ ES EL NITROX?

Para entender lo que es el Nitrox podríamos decir que lo que estamos respirando mientras leemos este manual de SNSI es Nitrox. De hecho, por definición, Nitrox es cualquier gas compuesto por una mezcla de nitrógeno y oxígeno.





Sin embargo, en términos de buceo, Nitrox significa más comúnmente una mezcla que contiene una mayor cantidad de oxígeno que el aire que respiramos, de ahí la definición "Enriched Air Nitrox" abreviada como EANx (Enriched Air Nitrox) donde la letra "x" indica los diferentes porcentajes de oxígeno que se pueden utilizar para obtener una mezcla Nitrox.

Para esta opción consideraremos sólo una de las mezclas estándar establecidas por la NOAA, la primera adoptada, la más extendida y utilizada comercialmente: la EAN32, Nitrox con 32% de oxígeno.

Volviendo a la ley de Dalton, ilustrada en el capítulo anterior, analizamos ahora cómo cambia la presión ejercida por los dos gases (nitrógeno y oxígeno) al cambiar los porcentajes de su presencia en la mezcla.

En la superficie, a una presión ambiente de 1 atm utilizando la mezcla EAN32, el oxígeno ejerce una presión parcial de 0,32 atm mientras que el nitrógeno ejerce una presión parcial de 0,68 atm. Comparando ahora las presiones parciales de las dos mezclas (Aire y EAN32) a una profundidad de 20 metros/66 pies, es decir, a una presión total de 3 atm, podemos ver la menor presión ejercida por el nitrógeno utilizando Nitrox. De hecho, al respirar aire a la mencionada profundidad, la presión parcial del oxígeno es de 0,63 atm y la del nitrógeno de 2,37 atm. Con Nitrox al 32% la presión parcial de oxígeno es de 0,96 atm y la de nitrógeno de 2,04 atm.

Con la tabla es fácil comparar las presiones parciales de los gases y comprender por qué el uso de Nitrox reduce en gran medida los riesgos de narcosis por nitrógeno y de Enfermedad por Descompresión.

03. UN POCO DE HISTORIA

El uso de aire enriquecido (EANx) no es nuevo. Su uso en el buceo se remonta a la década de los '50, pero no fue hasta 1970 cuando la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) comenzó a experimentar con él en operaciones submarinas. Estos estudios condujeron al Nitrox 1 (NN1) de la NOAA, una mezcla respiratoria estándar compuesta por un 32% de oxígeno y un 68% de nitrógeno. En 1990, establecieron una segunda mezcla estándar, NOAA Nitrox 2 (NN2), que contiene un 36% de oxígeno y un 64% de nitrógeno. Al mismo tiempo, la NOAA publicó las Tablas de Buceo para el EANx, en las que se enumeraban los nuevos tiempos de buceo permitidos, que eran más amplios que los de aire.

El EANx entró entonces la industria del buceo recreativo con la llegada de algunas Agencias Certificadas.

Profundidad	Presión Absoluta	Aire		EAN32	
		PpO ₂	PpN ₂	PpO ₂	PpN ₂
Superficie	1 ata	0.21 atm	0.79 atm	0.32 atm	0.68 atm
10 m / 33 pies	2 ata	0.42 atm	1.58 atm	0.64 atm	1.36 atm
20 m / 66 pies	3 ata	0.63 atm	2.37 atm	0.96 atm	2.04 atm
30 m / 99 pies	4 ata	0.84 atm	3.16 atm	1.28 atm	2.72 atm



ras que presentaban cursos específicos de Nitrox Diver, incluyendo a SNSI. En la actualidad, la NOAA, tras varias actualizaciones y publicaciones posteriores, ha puesto a disposición las tablas de buceo para las mezclas de Nitrox del 28% al 40%.

04. CÓMO SE ENRIQUECE EL AIRE

Durante años, los buceadores han acudido a centros o tiendas de buceo para llenar sus tanques de aire. Es un proceso muy sencillo: se conecta una manguera al tanque, se pone en marcha el compresor y se abren las válvulas del cilindro y del compresor. El compresor toma aire fresco del exterior y lo comprime en el cilindro, pasando por una serie de filtros para eliminar la humedad y las impurezas. Aunque está muy comprimido, el aire del cilindro tiene la misma proporción de nitrógeno y oxígeno que el aire atmosférico.

Llenar un tanque de Nitrox es un poco más complicado. Un tanque EANx contiene un porcentaje predefinido de oxígeno: para esta opción del curso *SNSI Open Water Diver*, el 32%.

Los métodos más comunes utilizados para producir Nitrox son añadir oxígeno al aire que respiramos o eliminar parte del nitrógeno del mismo.

Con el **Sistema de Mezcla Continua** (Continuous Flow Mixing) el oxígeno puro almacenado en cilindros especiales, a través de una unidad de mezcla que regula la cantidad, se entrega al colector de admisión de un compresor donde se mezcla con el aire aspirado del ambiente por el propio compresor.

Con la **Mezcla de Presión Parcial con Aire**, (Partial Pressure Mixing with Air) el oxígeno puro se suministra en la cantidad necesaria directamente en el tanque, que se llena de aire con el compresor.

Con ambos sistemas se pueden producir todas las mezclas desde el 22% hasta más del 80% de oxígeno, dependiendo de la cantidad de oxígeno puro que se





utilice. Los técnicos utilizan tablas de mezcla especiales o cálculos matemáticos para determinar la cantidad de oxígeno puro necesaria para obtener la mezcla de EANx requerida por el cliente.

El uso de oxígeno puro en determinadas condiciones es muy peligroso. Por lo tanto, este método debe ser utilizado por personal experimentado y especialmente formado. Nunca intentes hacerlo tú mismo. Debido al peligro de explosión inherente a la manipulación de oxígeno puro, es necesario extremar las precauciones y la atención en los detalles cuando se utiliza oxígeno puro. El equipo utilizado en el proceso debe estar extremadamente limpio y certificado a prueba de oxígeno para eliminar el peligro de combustión espontánea, y el aire atmosférico que se comprime requiere una filtración adicional.

El **Sistema de Membrana** (Membrane System) funciona exactamente al revés que el sistema de mezcla: en lugar de añadir oxígeno puro al aire atmosférico para aumentar el porcentaje de oxígeno, el sistema elimina parte del nitrógeno. El compresor bombea el aire atmosférico a través de una serie de filtros de membrana (o tamices moleculares, según el tipo) que eliminan cierta cantidad de nitrógeno. A medida que se elimina el

nitrógeno, aumenta el porcentaje de oxígeno.

Sea cual sea el método utilizado, la mezcla final es la misma y puede cargarse directamente en los cilindros, o puede prepararse de antemano y almacenarse en cilindros especiales (tanques de almacenamiento, cascadas o líneas) para ser transferida a los cilindros individuales más rápidamente en una fecha posterior.

Si estás interesado en aprender más sobre los sistemas de mezcla y quieres estar cualificado para producir mezclas, pide a tu Instructor de SNSI que te inscriba en el curso **SNSI Gas Blender**.



05. EQUIPO NITROX COMPATIBLE

Los tanques que pueden utilizarse para el Nitrox deben estar dedicadas, con la naturaleza del contenido especificado en los distintos elementos del adhesivo exigido por la normativa, que identifica todos los recipientes y contenedores para gases comprimidos. En la práctica, el término "Mezcla" sustituye al término "Aire" en el adhesivo, mientras que las demás identificaciones relativas al número de serie, la fecha de construcción, la presión de trabajo y de prueba, las fechas de estampado y de prueba hidrostática (la primera y las posteriores), la capacidad y el peso del cilindro, así como los datos del fabricante, permanecen inalterados.

Las Normas Internacionales ISO identifican cada recipiente para gases comprimidos con colores predefinidos en la parte superior del tanque o contenedor, según el tipo de gas o mezcla a la que esté dedicado. Esta norma, sin embargo, no se aplica en la práctica del buceo recreativo, donde las botellas tienen un color diferente.

De hecho, las botellas suelen identificarse de acuerdo con la normativa de la U.S. Navy y de la NOAA, que exige la colocación de etiquetas circulares con las palabras Nitrox en grandes letras amarillas sobre un fondo verde bordeado de bandas amarillas.

BANDA PARA TANQUES DE NITROX

NITROX SNSI NITROX SNSI

Una vez que una botella ha sido limpiada y designada para el buceo con Nitrox, no debe ser utilizada para ningún otro tipo de mezcla.

Los reguladores también están sujetos a normas técnicas específicas que establecen los requisitos a los que deben responder para su uso con Nitrox. Por este motivo, muchos fabricantes de equipos de buceo han creado su propia línea de reguladores que pueden utilizarse con porcentajes de oxígeno de hasta el 100%.

Dado el carácter puramente técnico de estas normas, la industria de buceo ha decidido seguir las directrices de la NOAA en relación con el equipo que debe utilizarse con Nitrox: la llamada "Regla del 40%", que establece que si el equipo no está expuesto al contacto con mezclas de gases que contengan más del 40% de oxígeno, no se requieren procedimientos especiales de preparación, limpieza, modificación o mantenimiento.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que esta nor-

REGULADORES DEDICADOS



Reguladores para uso con hasta el 100% de oxígeno identificados con el color verde.



ma no está aceptada mundialmente, por lo que siempre hay que comprobar las leyes locales: como siempre, lo mejor es utilizar los servicios de un centro de buceo equipado para el buceo con Nitrox, cuyo personal estará, sin duda, informado sobre las leyes locales y los procedimientos a seguir.

06. ELEVADA PRESIÓN PARCIAL DE OXÍGENO

Al contrario de lo que muchos buceadores creen, el Nitrox no permite ir más profundo que el aire. La reducción de la profundidad depende del contenido de oxígeno de la mezcla. Recordando lo que dijimos en el capítulo anterior sobre la ley de Dalton, un buceador que se sumerge con una mezcla de EAN32 a una profundidad de 30 metros/99 pies, donde la presión ambiental es de 4 atmósferas, respira una presión parcial de oxígeno de 1,28 atmósferas (32% de 4), aproximadamente un 30% más que respirando oxígeno puro en la superficie.

Hemos afirmado que el oxígeno no causa problemas de acumulación en los tejidos, sin embargo, puedes acercarte a los límites de su toxicidad debido a un aumento de la presión parcial a medida que aumenta la profundidad. Por lo tanto, para la mezcla de Nitrox que utilizaremos sólo será un problema establecer límites de profundidad y tiempo que no te lleven a la zona de riesgo de toxicidad del oxígeno.

Fue el científico Paul Bert quien, en 1878, describió la acción del oxígeno sobre el sistema nervioso central (SNC%) a presiones elevadas, él descubrió que provocaba convulsiones. Luego otro científico, Lorraine Smith,

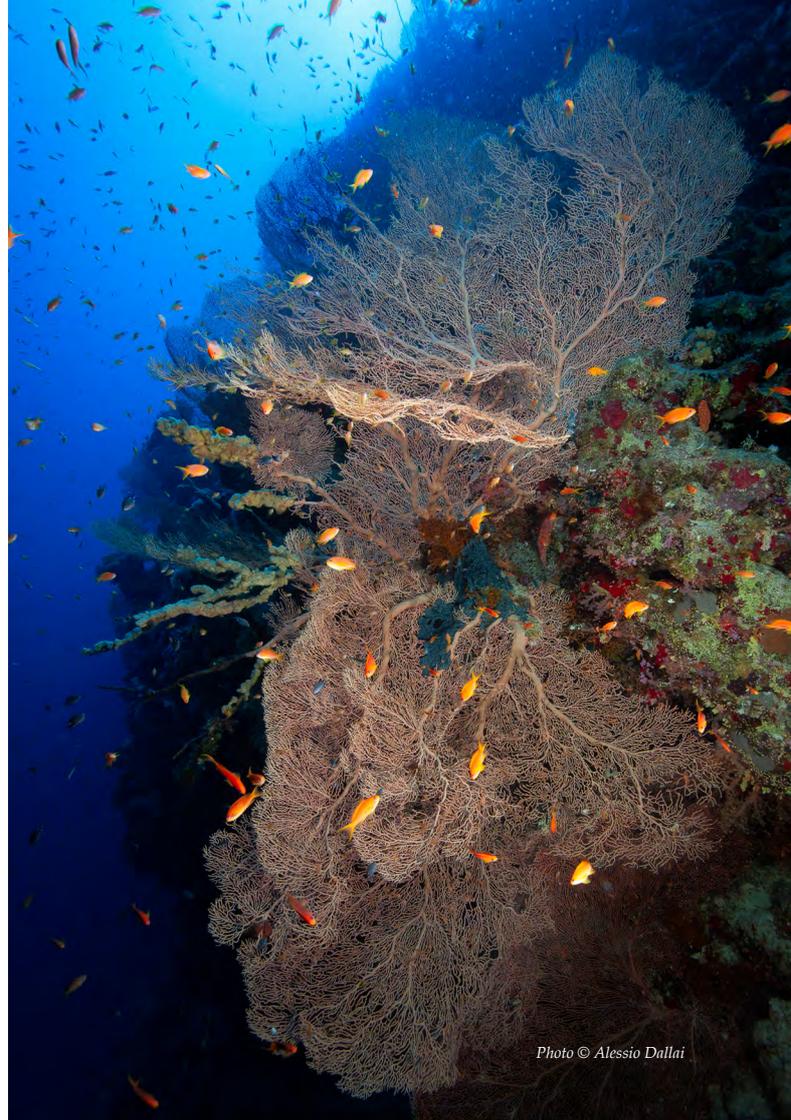


Photo © Alessio Dallai



en 1899, fue quien estudió los efectos tóxicos del mismo gas sobre el pulmón, incluso a presión atmosférica normal pero durante largos tiempos de ser respirado (OTU/UPTD). Los síntomas de toxicidad del oxígeno por respirar presiones parciales elevadas incluyen: temblores musculares, alteraciones visuales, alteraciones auditivas, náuseas, irritabilidad, mareos, convulsiones.

Una consideración clave que hay que tener en cuenta es que no existe absolutamente ninguna correlación, en lo que se refiere a la toxicidad en el SNC, entre los síntomas menos importantes y el acontecimiento más grave que son las convulsiones. Por lo tanto, es la prevención y no la observación, incluso cuidadosa, de las sensaciones particulares que experimenta el buceador, la forma más efectiva de evitar la aparición de problemas. El límite de presión parcial de oxígeno para respirar establecido por la U.S. Navy es de 1,6 atm. El límite SNSI para el buceo recreativo con EANx es de 1,4 atm.

La prevención de los problemas de toxicidad del oxígeno consiste, al igual que la prevención de la ED, en una planificación adecuada de la inmersión. En el reverso de la tabla de buceo SNSI se encuentran los límites de tiempo de exposición para presiones parciales de oxígeno elevadas, en una tabla especial para el cálculo de la toxicidad del oxígeno (CNS% y OTU/UPTD). Los límites de profundidad para la máxima presión parcial

TABLA PARA EL CÁLCULO DE TOXICIDAD DEL OXÍGENO (CNS% Y OTU/UPTD)

PpO ₂ ata	CNS% por min.	OTU/UPTD por min.	Límite de Exposición	
			Simple (min.)	24h (min.)
0.6	0.14%	0.26	720	720
0.7	0.18%	0.47	570	570
0.8	0.22%	0.65	450	450
0.9	0.28%	0.83	360	360
1.0	0.33%	1.00	300	300
1.1	0.42%	1.16	240	270
1.2	0.48%	1.32	210	240
1.3	0.56%	1.48	180	210
1.4	0.67%	1.63	150	180
1.5	0.83%	1.78	120	180
1.6	2.22%	1.93	45	150

de oxígeno respirable los encontrarás en la Tabla de Profundidades Máximas Operativas (MOD) para las distintas mezclas de Nitrox. El límite de profundidad para el EAN32 es de 33 metros/110 pies. Sin embargo, para

TABLA DE PROFUNDIDADES MÁXIMAS OPERATIVAS (MOD: MAXIMUM OPERATING DEPTH)

PpO ₂ ata	Nitrox															
	25%	26%	27%	28%	29%	30%	31%	32%	33%	34%	35%	36%	37%	38%	39%	40%
1.4	46	43	41	40	38	36	35	33	32	31	30	28	27	26	25	25
1.5	50	47	45	43	41	40	38	36	35	34	32	31	30	29	28	27
1.6	54	51	49	47	45	43	41	40	38	37	35	34	33	32	31	30



quienes realicen este curso, el límite de profundidad sigue siendo de 18 metros/60 pies, independientemente de la mezcla utilizada.

Superar la Profundidad Máxima Operativa te expone a un riesgo muy grave e inminente de toxicidad por oxígeno, que puede provocar convulsiones y ahogamiento en consecuencia. Afortunadamente, la toxicidad del oxígeno es fácil de evitar. La regla más importante del buceo con aire enriquecido es no superar nunca la Profundidad Máxima Operativa.

Teóricamente, la exposición prolongada a altos niveles de oxígeno en profundidad puede contribuir a la toxicidad del oxígeno, y en una inmersión con aire enriquecido es posible superar el límite de tiempo máximo de exposición. Sin embargo, este problema no se encuentra en el buceo recreativo que se realiza de acuerdo con las directrices precisas de la SNSI para el uso de Nitrox.

Si miramos la tabla para el cálculo del CNS% vemos que podemos estar expuestos a una presión parcial de oxígeno de 1,4 atm durante 150 minutos en una sola inmersión. Sabemos que con EAN32 a 33 metros/110 pies (la MOD de la mezcla) respiramos algo menos de 1,4 atm

de presión parcial de oxígeno. Si vamos a la Tabla 1 vemos que el límite Doppler de no descompresión a 33 metros/110pies con EAN32 es de 24 minutos. Imposible entonces alcanzar los límites de tiempo de exposición para la toxicidad del oxígeno en una inmersión.

Los beneficios del buceo con EANx difieren según el punto de vista. En las inmersiones más profundas, el mayor beneficio se observa en el aumento del tiempo de permanencia en el fondo. Por lo tanto, es posible prolongar la duración de la inmersión, en comparación con la permitida con el uso de aire, sin superar los límites de no descompresión de las tablas de Nitrox. De hecho, si vamos a leer la Tabla 1 nos damos cuenta de que una inmersión con aire a una profundidad de 15 metros/50 pies nos hará absorber tanto nitrógeno como una inmersión con EAN32 a 18 metros/60 pies. Esto significa que si se bucea con EAN32 a 15 metros/50 pies, para absorber la misma cantidad de nitrógeno que se acu-

PROFUNDIDAD				NDL		GRUPO DE REPETICIÓN DESIGNADO												
AIRE (m/pies)	EAN 32 (m/pies)	Doppler	U.S.Navy	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M		
3	10	4,5	15	245	Unlimited	57	101	158	245	426	> 426							
4,5	15	6	20	217	Unlimited	36	60	88	121	163	217	297	449	> 449				
6	20	7,5	25	205	Unlimited	26	43	61	82	106	133	165	205	256	330	461		
7,5	25	9	30	166	1102	20	33	47	62	78	97	117	140	166	198	236		
9	30	12	40	145	371	17	27	38	50	62	76	91	107	125	145	167		
10,5	35	13,5	45	131	232	14	23	32	42	52	63	74	87	100	115	131		
12	40	15	50	108	163	12	20	27	36	44	53	63	73	84	95	108		
13,5	45	16,5	55	82	125	11	17	24	31	39	46	55	63	72	82	92		
15	50	18	60	63	92	9	15	21	28	34	41	48	56	63	71	80		
18	60	21	70	45	63	7	12	17	22	28	33	39	45	51	57	63		
21	70	24	80	37	48	6	10	14	19	23	28	32	37	42	47	48		
24	80	27	90	28	39	5	9	12	16	20	24	28	32	36	39			
27	90	33	110	24	33	4	7	11	14	17	21	24	28	31	33			
30	100	36	120	18	25	4	6	9	12	15	18	21	25					
33	110			16	20	3	5	8	11	14	17	20	24					



mularía haciendo la misma inmersión con aire habría que permanecer más tiempo: de hecho, mientras que el límite de no descompresión con aire a 15 metros/50 pies es de 63 minutos, utilizando EAN32 el límite de no descompresión se eleva a 108 minutos.

Sin embargo, se cree que el beneficio más importante de bucear con aire enriquecido es el aumento de la seguridad. Dado que el Nitrox contiene un mayor porcentaje de oxígeno, en consecuencia contiene menos nitrógeno, que es la causa principal del riesgo en el buceo: la enfermedad por descompresión. El uso de EANx reduce la absorción de nitrógeno y, por tanto, los riesgos de ED y narcosis por nitrógeno.

Si se bucea con Nitrox utilizando las tablas de Nitrox, aumentando así el tiempo de permanencia en el agua, el riesgo de ED sigue siendo el mismo que con aire. Permanecer más tiempo bajo el agua mientras se respira EANx hace que el cuerpo absorba la misma cantidad de nitrógeno que una inmersión más corta con aire.

Muchos buceadores recreativos aumentan su margen de seguridad respirando EAN32 y observando los límites de tiempo en el fondo en las tablas de aire o en las computadoras con el programa de aire. En este caso, es fácil ver que el cuerpo absorbe menos nitrógeno que si respi-

ra aire en las mismas condiciones de profundidad y tiempo.

Esto es especialmente beneficioso para los buceadores con mayor riesgo de padecer ED: personas de edad avanzada, obesos, fumadores, con mala condición física general.

Como ventaja añadida, la mayoría de los buceadores que utilizan aire enriquecido se sienten menos cansados después de la inmersión, especialmente en el caso de inmersiones repetitivas en días consecutivos.

07. LA INMERSIÓN EANX

La planificación de la inmersión con Nitrox comienza con la elección de la mezcla a solicitar en el centro de recarga: para esta opción de Nitrox del curso **SNSI Open Water Diver** la única mezcla que podrás utilizar es la EAN32. En el momento de retirar el tanque del centro

de recarga, el contenido debe ser analizado, directamente por el usuario, para verificar su porcentaje de oxígeno y certificarlo mediante la colocación de la etiqueta correspondiente en el tanque.

La información que debe contener la etiqueta es: el porcentaje de oxígeno en la mezcla (que puede tener un margen de tolerancia de + o - 1% respecto al requerido), el





porcentaje de nitrógeno, la Profundidad Máxima Operativa (MOD) para esa mezcla, la presión del tanque, la fecha y el nombre de la persona que analiza el tanque que debe ser la que lo va a utilizar.

Los analizadores de oxígeno suelen funcionar con pilas, son de tipo portátil con lectura digital y una conexión que se conecta a la manguera de baja presión o directamente a la válvula del cilindro.

El centro de carga, el centro de buceo o la embarcación desde la cual vas a bucear, deben proporcionarte un analizador. No utilices un tanque EANx si no has analizado previamente su contenido.



Mira el Video:
Análisis de la Mezcla
(Opción Nitrox)



Una vez bajo el agua, aparte de los beneficios fisiológicos, hay poca o ninguna diferencia entre bucear con Nitrox o con aire. Las destrezas son las mismas. Se aplican las normas de seguridad regulares de cualquier inmersión.

08. CONCLUSIÓN

En este punto como lector ya eres ciertamente capaz de evaluar las ventajas y desventajas de usar aire enriquecido, y una vez que hayas obtenido la certificación de Open Water Diver + Nitrox será tu elección bucear con simple aire, o con aire enriquecido.

PREGUNTAS DE REPASO APÉNDICE CAPÍTULO 4

1. ¿Cuál es la presión parcial de oxígeno del EAN32 en la superficie?
 - 0.21 atm.
 - 32%.
 - 0.32 atm.
2. ¿Cuál es la presión parcial de nitrógeno del EAN32 a una profundidad de 10m/30 pies?
 - 1.36 atm.
 - 79%.
 - 0.64 atm.
3. Una inmersión con aire a 15m/50 pies tendrá la misma absorción de nitrógeno que una inmersión con EAN32 a la profundidad de:
 - 18 metros/60 pies.
 - 21 metros/70 pies.
 - 12 metros/40 pies.

Dive Up Your Life
www.scubasnsi.com



OPCIÓN:

Si utilizas el Nitrox 32 en dos sesiones SCUBA en aguas abiertas puedes recibir la Certificación (opcional)
SNSI Open Water Diver + Nitrox 32.

- ➔ Más tiempo de buceo
- ➔ Menor Fatiga
- ➔ Intervalos de Superficie más cortos



SNSI Recreational Nitrox Diver



CAPÍTULO 5:

EL AMBIENTE ACUÁTICO



01. INTRODUCCIÓN

En la introducción de este manual decíamos que donde hay agua se puede bucear. Aproximadamente el 71% de la superficie terrestre está cubierta de agua y cada medio acuático tiene sus propias características. Conocer los diferentes entornos acuáticos evita las ansiedades que pueden surgir en lugares y circunstancias poco habituales.

Las descripciones de los entornos en este capítulo pretenden proporcionar una mejor comprensión de los lugares en sí y de las normas de conducta adecuadas en diversas situaciones. Sin embargo, esto no es suficiente para estar preparado para bucear en cualquier lugar: para ello hay que obtener primero información específica sobre la zona, incluso si se utiliza el apoyo logístico de un Centro de Buceo local en el cual guías experimentados te acompañen en una inmersión.

02. TEMPERATURA Y VISIBILIDAD

La temperatura y la visibilidad bajo el agua pueden considerarse como factores que determinan la facilidad o la dificultad de una inmersión. Bucear en aguas claras y cálidas es fácil, llevas un traje de neopreno ligero y en cualquier momento es fácil determinar tu posición. Las inmersiones en aguas turbias y frías son mucho más difíciles, ya que hay que llevar un traje de neopreno que



proporciona un mayor aislamiento, por lo tanto más grueso; y no siempre es posible manejar cómodamente tu posición (postura corporal) exacta en el agua.

La temperatura del agua puede variar, según el lugar en el que se bucee, desde unos $-2^{\circ}\text{C}/28.4^{\circ}\text{F}$ (que es el punto de congelación del agua salada), hasta más de $29^{\circ}\text{C}/84^{\circ}\text{F}$. Las temperaturas inferiores a los $21^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{F}$ implican la realización de inmersiones en aguas frías, por lo que es necesario utilizar un traje de neopreno adecuado a la duración de la inmersión, al nivel de actividad que se realiza en el agua y a la complejidad de la persona que bucea (contextura física). Por lo tanto, al planificar la inmersión, la temperatura del agua es uno de los principales factores a tener en cuenta. Normalmente, cuanto más profunda es la inmersión, más baja es la temperatura del agua.

Especialmente en aguas no templadas, es frecuente encontrar un cambio brusco de temperatura entre la capa superficial y la más profunda, este fenómeno se conoce como "termoclina". La temperatura entre las dos capas de agua puede diferir hasta $7^{\circ}\text{C}/45^{\circ}\text{F}$; las dos capas no se mezclan, permanecen separadas y el fenómeno suele ser claramente visible debido a la diferente densidad de las dos masas de agua. Si la

protección térmica se ha escogido teniendo en cuenta la temperatura del agua en la superficie, puede ocurrir que el cambio brusco de temperatura en la profundidad te obligue a interrumpir la inmersión debido a la repentina sensación de frío.

La termoclina es un fenómeno que suele producirse en los lagos, pero que también puede darse en el mar, sobre todo en verano. Por lo tanto, es necesario averiguar la temperatura del agua en la profundidad, y la mejor manera de hacerlo es ponerse en contacto con un Centro de Buceo local. Un traje seco es siempre la mejor protección térmica contra el frío. Si aún no lo has hecho, puedes elegir la opción de Traje Seco de este curso *SNSI Open Water Diver* o realizar el curso *SNSI Dry Suit Diver* más adelante.

La visibilidad es el otro factor que tiene gran influencia en el buceo. La visibilidad viene determinada por las características morfológicas del lugar, el movimiento del agua, la estación del año y las condiciones meteorológicas. Por ejemplo, la visibilidad suele ser mala después de las lluvias y tormentas de invierno y buena en los meses tranquilos de verano. Las grandes variaciones de las mareas también afectan la visibilidad.

Existen técnicas específicas para bucear en condiciones de visibilidad limitada que se aprenderán durante el curso *SNSI Advanced Open Water Diver*. Es mejor evitar bucear en



**OPCIÓN
TRAJE SECO**



zonas de aguas turbias hasta que se aprendan estas técnicas. Entre los problemas relacionados con el buceo en visibilidad limitada el más común es la desorientación, causada por la falta de referencias visuales.

En aguas muy claras en cambio, puede ser difícil calcular correctamente las distancias. Como resultado, puede superar inadvertidamente la profundidad de inmersión prevista. En estas condiciones, es esencial comprobar con frecuencia los instrumentos.

Los compañeros de buceo deben permanecer siempre juntos durante la inmersión, independientemente de la visibilidad. Si te separas y ya no puedes ver a tu compañero de buceo, debes dar un giro completo y mira en horizontal, luego mira abajo y arriba, si no se ves al compañero, regresa a la superficie. Si ambos compañeros realizan el mismo procedimiento se encontrarán flotando a la vista uno del otro.

03. LAS OLA Y LA ROMPIENTES

Todas las grandes masas de agua están en movimiento. Los entornos de agua dulce, debido a su pequeño tamaño, suelen ser más estables que los océanos.

La formación de las olas es causada por el viento que sopla sobre la superficie del agua. La altura de las olas depende de la velocidad del viento, su duración y la distancia recorrida.

Cuando el viento sopla sobre una zona en calma, se forman pequeñas olas en la superficie del agua. Si el viento sigue soplando, éstas se harán más altas y el viento transferirá más energía al agua. Si la duración, la



velocidad y la extensión de la superficie sobre la que sopla el viento aumentan, se forman olas más grandes y cada vez más regulares. Estas olas tendrán un tamaño similar entre sí y tenderán a moverse juntas debido a la misma velocidad que traen.

En aguas profundas es sólo la energía de la ola la que se mueve por la superficie: el agua de abajo permanece relativamente en el mismo lugar. Un barco que flota sobre las olas se moverá mucho verticalmente y muy poco horizontalmente.

La energía contenida en una ola acabará estrellándose contra una playa o un acantilado.

Cuando las olas entran en aguas poco profundas, la parte inferior se ralentiza debido a la fricción con el fondo. En resumen: la parte superior de la onda viaja más rápido que la parte inferior. En este punto, la cresta de la ola cae y rompe provocando la resaca, y el área de

resaca de la ola se define como el "área donde las olas rompen" o rompiente. La resaca es un movimiento horizontal oscilante del agua, que se encuentra cerca de la costa cuando hay movimiento de las olas. Un cuerpo que flota en esta situación es empujado alternativamente hacia la orilla y hacia el mar.

04. LAS MAREAS Y LAS CORRIENTES

La causa del movimiento del agua en muchas zonas geográficas son las mareas, provocadas por la diferencia de atracción gravitatoria de la Luna y, en menor medida, del Sol en distintos puntos de la Tierra. La elevación del nivel del agua causada por las mareas puede variar desde unos pocos centímetros hasta varios metros.

Las corrientes de marea son muy importantes para los buceadores: pueden ser muy fuertes, lo suficiente para arrastrar incluso a un buceador fuerte equipado con potentes aletas. Por ello, en las zonas donde hay fuertes corrientes de marea, es imprescindible bucear con los Centros de Buceo locales que, consultando con tablas de mareas, planifican las inmersiones durante los periodos de estoa, cuando no hay corrientes de marea porque es el momento del cambio de marea.

Hay que tener en cuenta las corrientes al planificar una inmersión. Intentar nadar contra una corriente fuerte puede aguitar al buzo en pocos minutos. Si el lugar de entrada y salida del agua debe ser el mismo, es importante comenzar la inmersión siempre contra la corriente: en este caso, será más fácil volver al punto de salida al final de la inmersión, con la ayuda del movimiento de





la masa de agua. Si te encuentras en una corriente durante una inmersión, la mejor manera de salir es nadar en diagonal. Tener en cuenta los factores ambientales a la hora de planificar tu inmersión te ayudará a bucear cómodamente y a disfrutar del momento mágico que experimentas cada vez que te sumerges.

05. LA VIDA SUBACUÁTICA

Uno de los aspectos más fascinantes del buceo es, sin duda, el hecho de que nos da las llaves de un mundo extraordinario que ocupa tres cuartas partes de nuestro planeta. Si todos hiciéramos hincapié en esta poderosa posibilidad, el buceo sería mucho más importante y seguramente ganaría más consideración. Pero estas “llaves” del mundo subacuático deben ser conquistadas y aprender las técnicas correctas de buceo es sólo el primer paso.

El descubrimiento del mundo sumergido, de la vida bajo el agua y de lo que significa, requiere un poco de estudio, pero también y sobre todo, requiere de curiosidad y amor. Sólo así una actividad deportiva, basada en gran medida en la tecnología, puede adquirir aspectos más elevados y gratificantes que abren el camino a sensaciones únicas y a continuos descubrimientos como los de la primera rama de coral que verás, un nudibranchio de colores, un mero, un huevo de tiburón. Son descubrimientos casi esperados, que todos los buceadores han hecho y seguirán haciendo, y que para muchos se han convertido en el estímulo para conocer mejor la increíble variedad de formas de vida de los océanos.



Lo que sigue no pretende ser un tratado de biología marina. El espacio y los propósitos de este manual no lo permitirían. Sin embargo, no sería correcto, después de haber aprendido mucho sobre el equipo y cómo utilizarlo, no dar algunas indicaciones sobre lo que podrás ver bajo el agua y sobre cómo aprender a reconocer los grandes grupos de organismos y a distinguirlos.

06. UN POCO DE ECOLOGÍA

Al hablar de los organismos marinos es fundamental tener en cuenta algunas características del medio en el que viven. Tener una mínima idea de cuáles son los requisitos ecológicos de las distintas especies o grupos puede ser útil para reconocerlas más rápidamente o buscarlas con mayor facilidad. Por ejemplo, sería inútil buscar algas en el interior de las cuevas, porque en ausencia de luz, como sabemos, las plantas no pueden vivir; y sería igualmente ilógico buscar corales en zonas de arena o en rocas superficiales bien iluminadas o batidas por las olas.

Fundamentalmente, los parámetros que en la mayoría de los casos regulan la distribución de los organismos marinos son la luz, la naturaleza del fondo (o sustrato, como solemos decir) y la hidrodinámica (olas y corrientes). A estos parámetros habría que añadir muchos otros (temperatura, presencia de oxígeno, profundidad, presencia de otros organismos), pero podemos pasarlos por alto aquí, porque a menudo están tan asociados a las variables principales (un buceador aprende muy rápidamente que hay variaciones bruscas de tem-



*La PostScript Oceánica
es un organismo
que ama la luz.*



Photo © Alessio Dallini

La Margarita de Mar
(*Parazoanthus axinellae*)
es un organismo que huye de la luz.

peratura a partir de cierta profundidad) que se convierten en parte integrante de esas variables.

Uno de los primeros descubrimientos de un buzo neófito está relacionado con la desaparición gradual de ciertos colores a medida que gana profundidad en su inmersión. Este curioso fenómeno depende del efecto de “filtrado” que el agua ejerce sobre las radiaciones que componen el espectro solar y que tienen distinta capacidad de penetración, según su energía y, por tanto, su color. Por ello, en los primeros metros desaparecerán las radiaciones rojas, seguidas de las naranjas y luego de las amarillas, mientras que las radiaciones azul-verde (los colores del mar) están destinadas a alcanzar profundidades de cientos de metros.

Este particular comportamiento de la luz bajo el agua tiene importantes efectos sobre la vida marina, ya que determina una estratificación típica de las plantas que se establecen a diferentes profundidades según sean capaces de aprovechar la radiación roja (caso típico de las algas verdes y la posidonia) o la verde-azul, como hacen principalmente las algas rojas. Dentro de esta sencilla división es necesario recordar que los organismos (y esto también se aplica a los animales) se dividen en dos grandes categorías: los que aman la luz y los que la rehuyen. Estas preferencias son a menudo fundamentales para determinar el tipo de población que encuentra un buceador y que puede ser muy diferente incluso en el mismo buceo si se compara la pared más expuesta al sol y la más sometida a la sombra.

La naturaleza del fondo es uno de los otros factores



que influyen en la distribución y abundancia de los organismos. También en este caso, desde las primeras inmersiones un buceador no deja de notar cómo los fondos marinos rocosos son mucho más ricos en vida que los arenosos o fangosos. Esto se debe a que las rocas sumergidas son un sustrato ideal para muchos organismos incrustantes (esponjas, algas, gorgonias, briozoos) que, al crecer, multiplican las grietas y rugosidades de la piedra, creando nuevos asentamientos para otras formas de vida.

Esto es especialmente evidente en el entorno mediterráneo que los biólogos marinos denominan coralígeno y en los lechos de coral tropicales, especialmente rico en organismos incrustantes, gorgonias, corales, esponjas, algas rojas, donde la vida es tan exuberante que aturde a quienes bucean allí por primera vez.

Menos variados son los fondos móviles, llamados así porque las arenas y los lodos o gravas de los que están hechos pueden ser agitados por el movimiento del mar, dificultando así el asentamiento de muchos organismos que, para superar este problema, deben vivir hundidos o bien "anclados" fijos en el fondo.

Algunos ambientes particulares, en el límite entre los descritos anteriormente, son las praderas de posidonia (Mar Mediterráneo) que, por sus características, pueden albergar organismos tanto de fondos duros como blandos. El efecto del oleaje o de las corrientes sobre los fondos móviles es, como ya se ha dicho, muy evidente, puede observarse al aletear sobre un fondo arenoso. De ese efecto depende la formación de los típicos pai-



Las rocas son el hogar de muchos organismos incrustantes como la gorgonia roja (*Paramuricea clavata*).

Photo © Alessia Fallick



sajes sumergidos, similares a las dunas del desierto.

Menos visible, pero muy importante, es el efecto de los movimientos del mar sobre los organismos. Las gorgonias y otros organismos sésiles ven sus estructuras moldeadas y orientadas por las corrientes y lo mismo ocurre con todos los organismos filtradores o que viven pegados al sustrato, hasta el punto que los biólogos los dividen en dos grandes categorías ecológicas: los que prefieren una cierta agitación del agua y los que eligen vivir donde el mar está más tranquilo y resguardado.

07. LOS PRINCIPIOS DE LA CLASIFICACIÓN

Como ocurre con todas las cosas, el mar y sus habitantes también se clasifican e identifican de forma variada con nombres que son el pan de cada día de los naturalistas y que a veces asustan a los neófitos, sobre todo porque están en latín. En realidad, no se trata de una moda o de una forma de confundir las ideas de los inexpertos, sino una exigencia precisa que nace de la necesidad de tener un nombre que todo el mundo entienda, desde el Polo Norte al Polo Sur, y el latín se presta muy bien al propósito sin desagradar a nadie.

La **Sistemática** es una disciplina muy seria que permite agrupar a los seres vivos según una jerarquía de grupos o taxa (de donde deriva el término taxonomía, sinónimo de clasificación) cada vez más amplios y estructurados como cajas chinas, comprendiendo todos los de orden inferior y que en orden ascendente tienen su inicio con la especie.

Las **Especies** muy similares se agrupan en un solo

Género. La base de la clasificación moderna es la atribución a cada especie de un nombre científico formado por dos palabras latinas (por eso se habla de nomenclatura binomial): la primera, con mayúscula, es el nombre genérico, común a todas las especies del mismo género; la segunda es el nombre específico, propio de cada especie.

Los **Géneros** afines se agrupan en familias, indicadas por el sufijo -idi añadido al nombre del género más representativo (por ejemplo, la familia Serranidae recibe el nombre del género Serranus, el de los sciarranos o perlas, y los Lábridos del género Labrus, el de los tordos o damiselas).

Las **Familias** similares se agrupan en **Órdenes** (por ejemplo, Perciformes, Squaliformes) y éstos a su vez en **Clases** (por ejemplo, Mamíferos, Peces). Las clases se agrupan en **Phyla** (sing. phylum) (por ejemplo, Celenterados, Poríferos, Moluscos y Cordados entre los animales y Rodofitas, Angiospermas entre las plantas), a veces llamados tipos (si son animales) y divisiones (si son plantas). Los Phyla similares constituyen un **Reino**.

LAS PLANTAS MARINAS

Las plantas acuáticas están representadas principalmente por las algas, una denominación que no tiene un valor real de clasificación, pero que indica una agrupación de plantas unicelulares y multicelulares con diferentes formas de vida y organización biológica.

Todas las algas están provistas de clorofila como las demás plantas, pero carecen de raíces, tallos y hojas, aunque en algunos casos casi se puede reconocer este



tipo de organización. Su cuerpo, conocido "técnicamente" con el nombre de talo, puede alcanzar decenas de metros de longitud como en el caso de las algas pardas llamadas kelp del Pacífico y adopta una forma diferente según la especie: filamentosas, erectas, laminares, ramificadas o incrustantes si se adhieren al fondo que cubren. Sobre la base de las clorofilas, las sustancias responsables de los procesos de fotosíntesis característicos de todas las plantas, y de los demás pigmentos asociados a ellas, es posible subdividir las algas en tres grupos o divisiones: Rodofitas, Cromofitas, Clorofitas.

La división de Rodofitas o algas rojas incluye algas, a menudo calcificadas y por tanto rígidas al tacto (por ejemplo, lithophyllum o corallinaceae), cuyo color no siempre es rojo, sino que puede ser rosa, violeta e incluso blanquecino. Esto depende de las proporciones relativas establecidas entre la clorofila a y los otros pigmentos presentes en los tejidos de estas plantas. A veces la coloración puede cambiar en la misma especie según la fase de desarrollo o el entorno en el que vive. Existen más de 4.000 especies de rodofitas, muchas de las cuales son importantes desde el punto de vista económico, tanto por sus productos alimenticios como por sus derivados (el agar-agar de los helados o la carragenina de ciertas salsas).

La división de las cromofitas o algas pardas incluye plantas caracterizadas por la abundancia de algunos tipos de pigmentos (carotenoides, xantofilas) y por la presencia de dos tipos de clorofila: A y C, que determinan los diferentes colores de estas algas variando del



Algas Pardas
Kelp del Pacífico.

Photo © Alessia D'Alain

dorado al verdoso y al marrón. Entre estas algas, son bastante conocidas el sargazo, del que toma su nombre una zona concreta del océano Atlántico, los cistoseires que cubren las rocas superficiales del Mediterráneo, las colas de pavo real o el Kelp del Pacífico. Las algas pardas varían desde las filamentosas hasta formas bastante complejas en las que, como ocurre en las laminariales, se vislumbra una organización en partes que puede recordar la clásica distinción de las plantas terrestres más evolucionadas en raíces, tallo y hojas. También entre las algas pardas hay especies que tienen importancia económica por las sustancias que contienen (por ejemplo, los alginatos que se utilizan en la producción de helados, jaleas y jarabes).

La división de Clorofitas o algas verdes, incluye las algas más parecidas a las plantas terrestres porque poseen clorofila A y B asociadas a otros pigmentos (carotenoides y xantofilas). También tienen células con paredes de celulosa y utilizan el almidón como sustancia de reserva. Existen unas 7.000 especies de clorofitas, incluidas las utilizadas por el hombre con fines alimenticios.

LAS FANERÓGAMAS MARINAS

Estas plantas se distinguen claramente de las algas por tener raíces, tallos, hojas e incluso flores y frutos. Aunque son cuantitativamente muy inferiores a las algas (se conocen pocas especies en el mundo), estas plantas son importantísimas para la economía y la vida del mar, dando origen a extensas praderas (muy conocidas son las praderas de Posidonia en el Mediterráneo) que ofrecen cobijo a muchas especies animales que se re-



Un pez Trompeta o Pipefish (Syngnatus thiphle) se camufla y encuentra un refugio fácil en la posidonia.



producen y viven en estos ambientes, convirtiéndolos en verdaderos oasis de vida.

Además, las praderas, gracias a sus largas hojas, crean verdaderas barreras de protección para las costas que se mantienen a salvo de la erosión.

LAS ESPONJAS

Los Poríferos o esponjas (unas 10.000 especies), que se remontan al Cámbrico (perteneciente a la Era Paleozoica), son un grupo de organismos sésiles (es decir, que viven fijos en el fondo de los mares y océanos), extendidos principalmente en aguas marinas y con características generalmente consideradas primitivas. Su cuerpo no suele tener una forma claramente definida, no está dividido en órganos, sino que está compuesto por capas de células entre las que se encuentran dispersas partes más duras (calcáreas, silíceas o córneas) en forma de agujas o fibras con función de soporte y cementadas entre sí por una sustancia córnea llamada espongina. Según el tipo de estructura de soporte, el Phylum puede dividirse en cuatro clases: Hyalosponge, Calcisponge, Sclerosponge y Demosponge, las más numerosas.

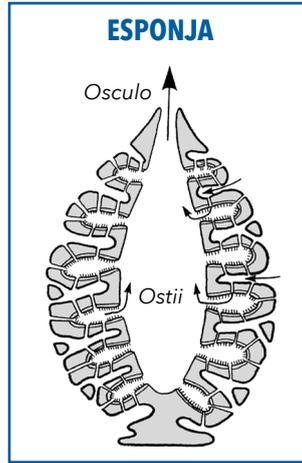
El cuerpo de las esponjas, blando o duro como una roca, está dividido internamente en cavidades más o menos complejas, mientras que la superficie exterior es típicamente porosa debido a la presencia de numerosos agujeros pequeños (del latín ostii, aperturas), no

siempre claramente visibles, a través de los cuales pasan grandes volúmenes de agua, mantenidos en movimiento por el batir de los "flagelos (unas vellosidades)

de determinadas células internas (coanocitos), que aportan oxígeno y alimento (bacterias y partículas orgánicas).

Una vez utilizada, el agua aspirada en su interior es expulsada a través de unos poros grandes y bien visibles llamados ósculos.

La reproducción es sexual, con la formación de una larva que se mueve libremente en el agua, o asexual por gemación (un tipo de reproducción asexual). Por lo general, las esponjas no son muy adeptas a la luz, y por eso son más comunes en las partes más profundas, oscuras y en las cuevas.



CNIDARIOS O CELETERADOS

El phylum Cnidarios (el nombre proviene de una palabra griega que significa ortiga) incluye animales marinos (por ejemplo, actinias, medusas, corales) caracterizados por una simetría radial y por la presencia de tejidos y órganos bien diferenciados. Sus colores brillantes y formas radiales crean un mundo de tal belleza que no puede ser superado por otras especies.

Poseen dos formas de organización corporal: el pólipo y la medusa. El pólipo tiene forma de bolsa, fijada a un sustrato, con la boca abierta hacia arriba y rodeada de un número variable de tentáculos. La medusa es mó-

vil, tiene forma de paraguas con el borde rodeado de tentáculos y la boca apunta hacia abajo. En ambas formas la boca comunica con un intestino de fondo ciego, llamado celenterón del que deriva el nombre de Celenterados con el que también se conoce a estos animales.

Los cnidarios son capaces de moverse o contraerse cambiando su apariencia. Esto se puede ver muy bien en las anémonas de mar, en muchas actinias o en la Alicia mirabilis, que cambia drásticamente su forma entre el día y la noche. Característico de los cnidarios es también la presencia de células urticantes (cnidocitos), a menudo dolorosas también para el hombre, dispersas en gran número en sus tentáculos. La reproducción es sexual y asexual (gemación y escisión).

En el ciclo vital de los cnidarios existe una alternancia de generación por la que una especie presenta sucesivamente los estadios de pólipo y medusa: del primero,

por gemación, se forma el segundo, que, por reproducción sexual, da lugar a una larva destinada a convertirse en pólipo.

Es característico de muchos cnidarios la formación de colonias que en algunos casos (corales, gorgonias, madréporas) están compuestas por individuos todos iguales, mientras que en otros (por ejemplo, la fragata portuguesa) están formadas por individuos de aspecto diferente y cada uno con funciones especializadas (defensa, nutrición, reproducción). Se conocen unas 10.000 especies, divididas en cuatro clases: Hydrozoos, Scyphozoos, Cubozoos y Anthozoos.

Los Anthozoos, el grupo más extendido y conocido porque incluye gorgonias, actinias o anémonas, corales rojos, madréporas, corales blandos, etc., se dividen en dos grandes subclases, los Octocorales y los Hexacorales, que se diferencian entre sí por el número y el tipo de tentáculos: los primeros tienen pólipos con ocho tentáculos (o múltiplos de ocho) de aspecto plumoso mientras que los segundos tienen seis tentáculos (o múltiplos de seis) de aspecto liso.

El pequeño phylum de los Ctenóforos incluye organismos marinos similares en apariencia y consistencia a las medusas, de las que se diferencian por carecer de tentáculos urticantes y por tener largas series de cilios vibrátiles en forma de peine que crean increíbles juegos de luz, descomponiendo los rayos del sol en los colores del arco iris. Son principalmente planctónicas y existen unas 100 especies divididas en dos clases: tentaculata y nuda.



*La Alicia mirabilis
en versión nocturna.*

Foto © Alessio Dallai



LOS GUSANOS MARINOS

Aunque la palabra gusano no tiene casi ningún significado desde el punto de vista de la clasificación, sigue siendo en cualquier caso muy eficaz para describir a los animales que se arrastran. Los más comunes para un buceador son los gusanos planos, los Platelmintos, y los gusanos cilíndricos segmentados, los Anélidos.

Los Platelmintos tienen un cuerpo aplanado dorso-ventralmente en el que la cabeza es evidente. Los platelmintos son hermafroditas y se reproducen tanto asexualmente (por división) como sexualmente. Se conocen unas 25.000 especies, divididas en tres clases, de las cuales la Turbellaria es la más común en el mar. Los platelmintos se confunden a menudo con los nudibranchios por sus colores vivos, su tamaño (de 1 a 10 cm) y el hecho de que se arrastran por el fondo. Se pueden distinguir de los nudibranchios prestando atención al hecho de que no tienen ninguna estructura externa de importancia (por ejemplo, branquias), excepto un par de pequeños tentáculos en la cabeza con rudimentarios órganos sensibles a la luz. Los gusanos planos son depredadores y se alimentan de pequeños organismos o chupan los tejidos de animales muertos.

El phylum de los anélidos, o gusanos segmentados, incluye animales similares a las lombrices de tierra. De hecho, el cuerpo está dividido en varios segmentos similares entre sí (metámeros) que se suceden a lo largo del eje longitudinal del cuerpo. Generalmente, a los segmentos corresponden series más o menos numerosas de pequeños mechones de cerdas que constituyen

una excelente característica para la clasificación. También la musculatura, dispuesta longitudinal y transversalmente, se distribuye entre los distintos segmentos. De este modo, cada uno de los metámeros puede acortarse o alargarse de forma coordinada para producir las contracciones típicas gracias a las cuales estos animales se mueven. La reproducción es sexual.

Los anélidos marinos pertenecen a la clase de los poliquetos, que se dividen en errantes y sedentarios. Los primeros pueden desplazarse (por ejemplo, el gusano de "fuego"), mientras que los segundos están condenados a vivir permanentemente encerrados en tubos cuya consistencia varía desde los Serpulidae calcáreos (protulas, serpulas, "arbolitos de navidad") hasta los Sabellidae blandos y elásticos (espirógrafos, abanicos o plumeros de mar). En estas formas sésiles, el rasgo más

La Protula pertenece a los anélidos marinos de la clase de los poliquetos sedentarios de la familia de los Serpulidae.



Foto © Stefano Cerbai

característico es el gran y vistoso penacho branquial que sobresale del tubo cuando el animal se siente tranquilo, no se siente amenazado.

MOLUSCOS

El phylum de los moluscos, al que pertenecen, por ejemplo, los ciprósidos, las lapas, los mejillones y los pulpos, es uno de los más complejos y variados del reino animal.

Incluye a los animales de cuerpo blando en los que es posible reconocer una cabeza, más o menos desarrollada, un pie, que puede adoptar una forma diferente de una clase a otra, y un manto, un pliegue de tejido que cubre todas las vísceras y cubre parcialmente el pie. En algunas clases, el manto secreta una concha calcá-

rea constituida, por ejemplo, por un solo bloque en los Gasterópodos o por dos partes o valvas en los Moluscos Bivalvos. En la cavidad bucal suele encontrarse la rádula, un órgano con dientes duros que funciona como una escoba para raspar los alimentos.

Los Moluscos tienen un corazón, un sistema circulatorio, complejos órganos reproductores y excretores y branquias en forma de peine (ctenidos) que en algunos grupos (por ejemplo, los nudibranquios) pueden sufrir amplias modificaciones. La reproducción es siempre sexual, pero se produce según diferentes modalidades: hay, en efecto, especies con sexos separados, otras hermafroditas y otras en las que se observa inversión sexual.

En conjunto, los moluscos incluyen a más de 80.000 especies marinas subdivididas en 8 clases, cinco de las cuales (poliplacóforos, escafópodos, gasterópodos, bivalvos y cefalópodos) son las más extendidas y conocidas.

Los poliplacóforos y los escafópodos son los moluscos más extraños. Los primeros, representados por los Chitonidae comunes que se encuentran cerca de las lapas en aspecto, se caracterizan por un pie aplanado apto para arrastrarse y por una concha particular compuesta por una serie de placas calcáreas articuladas entre sí; los segundos se caracterizan, en cambio, por una concha en forma de tubo, abierta en los extremos, que a menudo recuerda la forma de un colmillo de elefante.

Los Gasterópodos (múridos, cíbridos, lapas, tritones) se llaman así porque su pie, transformado en un gran

La Cratena peregrina es un molusco nudibranquio perteneciente a la familia Facelinidae.



Photo © Stefano Cerbai



órgano locomotor reptante, está situado bajo el estómago (gaster en griego antiguo). La mayoría de los gasterópodos se caracterizan por una torsión de los órganos internos que se refleja en la típica concha en espiral, más o menos pronunciada; la concha puede estar reducida en algunos grupos e incluso completamente ausente en los nudibranchios, que utilizan otros sistemas de defensa (carne tóxica, secreciones ácidas o irritantes) para protegerse.

Los Bivalvos (almejas, ostras, tridacne, tellinis) tienen en cambio una concha articulada en dos valvas (una derecha y otra izquierda) que contienen como en un estuche el cuerpo del molusco, que regula la apertura por medio de poderosos músculos cuya acción se opone a la de los ligamentos elásticos que, en condiciones de reposo del molusco, mantienen las valvas abierta. Por esta razón, un bivalvo muerto tiene siempre las valvas abiertas.

La doble valva indica generalmente una vida sedentaria o fija, lo que implica una reducción de la cabeza, al no ser necesaria una parte destinada a entrar en contacto primero con el medio durante el movimiento, y la modificación del pie, que suele ser grande y especializado en la excavación.

Casi todos los bivalvos utilizan sus branquias no sólo para respirar, sino también para filtrar las partículas de alimento suspendidas en el agua. Los bivalvos que viven en el barro o la arena (por ejemplo, las almejas o las navajas) están equipados con dos tubos (sifones): uno conduce el agua y el alimento al manto, el otro vierte los

residuos. La reproducción es sexual.

Los cefalópodos son animales exclusivamente marinos, entre los que se encuentran organismos como el calamar, el pulpo y la sepia, en los que el pie se ha fusionado con la cabeza, que suele aparecer rodeada de una corona de tentáculos: 8 en los pulpos (los octópodos) y 10 en la sepia y el calamar (los decápodos), dotados de ventosas con las que los cefalópodos capturan y sujetan a sus presas. A excepción del Nautilus, la concha interior tiende a reducirse hasta desaparecer en los pulpos.

Los cefalópodos son capaces de desplazarse rápidamente con un sistema de propulsión por reacción, contrayendo y soltando los músculos del manto, transformado en un saco cerrado, que actúa como una bomba capaz de impulsar un chorro de agua a través de un sifón (embudo). Muy evolucionados, estos animales

*La Tylodina perversa es un Molusco
Gastropodo Heterobranquio
perteneciente al orden Notaspidea.*



Photo © Gianni Nèto

tienen un sistema nervioso y sensorial muy organizado con un cerebro capaz de aprender. La reproducción es sexual, pero de los huevos fecundados no salen larvas, como ocurre en las otras clases, sino individuos similares a los adultos.

LOS CRUSTÁCEOS

Los crustáceos forman parte de los Artrópodos, un grupo especialmente numeroso y diversificado del que se conocen más de un millón de especies diferentes repartidas por todos los hábitats acuáticos y terrestres.

Esto demuestra su efectividad al subsistir, que se debe básicamente a las siguientes adaptaciones: presencia de un esqueleto externo rígido (exoesqueleto); patas y apéndices articulados; sistemas respiratorios especializados; sistema nervioso y órganos sensoriales eficaces; ciclo vital dividido en fases especializadas.

En los crustáceos, la cubierta externa se transforma en un robusto caparazón, el exoesqueleto, formado por proteínas y quitina (un polisacárido) que garantizan su ligereza y flexibilidad y por sustancias minerales más compactas y duras como el carbonato de calcio y el fosfato de calcio.

Debido a sus características estructurales, el exoesqueleto no puede crecer gradualmente como otros revestimientos animales (por ejemplo, nuestra piel), por lo que los crustáceos sufren periódicamente una muda: en diferentes etapas del ciclo vital, de hecho, se deshacen de su exoesqueleto para aumentar de tamaño, y fabrican uno nuevo.

Lo típico de los crustáceos es la fusión de la cabeza y el tórax para formar el llamado cefalotórax, que precede al abdomen. Estas dos piezas principales están equipadas con apéndices articu-



*La Langosta
(Palinurus elephas) es un crustáceo
del orden Decapoda.*

Photo © Alessio Dallari



lados especializados en diferentes funciones (antenas para "sentir", garras para agarrar, patas para caminar o nadar, filamentos para transportar huevos, etc.).

Los crustáceos incluyen unas 40.000 especies, casi todas acuáticas y en su mayoría marinas. Se dividen en nueve clases, la más conocida de las cuales es la de los Malacostráceos, que incluye a los Decápodos (que significa 10 patas) que se dividen en dos grupos principales: los Natantes, es decir, crustáceos que nadan como las patas, y los Reptantes, es decir, crustáceos que prefieren caminar como los cangrejos, los cangrejos ermitaños, las langostas. Los sexos están separados, pero también hay casos de hermafroditismo. La reproducción es sexual, generalmente con fecundación interna. De los huevos fecundados salen larvas que sufren varias metamorfosis antes de adquirir la forma de los adultos que luego sufren mudas periódicas para crecer.

BRIOZOOS

Los Briozoos son un phylum no muy numeroso que incluye pequeños animales caracterizados por una corona de tentáculos dispuestos en forma de herradura alrededor de la boca que viven en colonias a menudo calcificadas y de aspecto arborescente. Son hermafroditas y pueden reproducirse tanto sexualmente como por gemación (en forma asexual). Su interés para un buceador está relacionado con su estructura rígida que los hace similares a los corales. De hecho, hay una especie, la *Myriapora truncata*, que se llama falso coral porque los buceadores más inexpertos la confunden fácilmente con el preciado coral rojo.



La Trina de Mar
(*Sertella septentrionalis*)
pertenece al phylum Bryozoa,
a la clase Gymnolemes y
al orden Cheilostomes.

Photo © Alessio Dall'asta



Photo © Gianni Neto

El Falso Coral
(*Myriapora truncata*).

EQUINODERMOS

Los equinodermos son un phylum de invertebrados exclusivamente marinos al que pertenecen, por ejemplo, los holoturios, los erizos de mar y las estrellas de mar. Se conocen más de 6.000 especies, divididas en seis clases, una de las cuales, los Centricocicloides, está representada por una sola especie descubierta en 1986. Las otras clases son los Asterozoa (estrellas de mar), los Ophiurozoa (ofiuros o estrellas serpentina), los Crinozoa (lirios de mar), los Echinozoa (erizos de mar) y los Holoturozoa (holoturias que a veces reciben el nombre de pepino de mar).

Una característica común en estos animales es la presencia de espinas, a menudo modificadas en tubérculos redondeados. Todos tienen un esqueleto calcáreo y una simetría pentaraguda (es decir, cinco líneas de simetría), claramente visible en los adultos (por ejemplo, los cinco



Photo © Alessio Dallari

El Lirio de Mar (*Antedon mediterranea*) pertenece al phylum de los equinodermos y a la clase de los crinozoos.





brazos de las estrellas de mar).

Una característica de los equinodermos es la presencia de un sistema especial de conductos (aparato acuífero) conectado a estructuras musculares llenas de agua llamadas pedicelos ambulacrales. Están equipados con ventosas que, al cambiar la presión del líquido interno, pueden adherirse o desprenderse del fondo para permitir a los animales desplazarse o agarrar sus presas. La reproducción suele ser sexual, pero también existen fenómenos de reproducción asexual por escisión-regeneración bastante comunes en las estrellas de mar, donde un solo brazo puede, en determinadas condiciones, replicar un ejemplar entero.

LOS CORDADOS

Con el nombre de Cordados, poco utilizado por los no especialistas, pero muy útil desde el punto de vista de la clasificación, se indica un vasto grupo de animales (unas 47.000 especies) muy heterogéneo que incluye tanto invertebrados (como las ascidias) como vertebrados (como los peces y el hombre).

Todos estos animales comparten, al menos en una fase de su ciclo vital, tres características importantes: la posesión de una cuerda dorsal o notocorda, (de ahí el nombre de Cordados) una estructura de consistencia rígida con funciones de soporte que recorre el cuerpo del animal, un cordón nervioso dorsal en forma de tubo, situado por encima de la notocorda y hendiduras branquiales.

El phylum de los cordados se divide en tres subphylum: tunicados, cefalocordados y vertebrados.



La ascidia Papa de Mar (Halocynthia papillosa) pertenece al phylum de los cordados, al subphylum de los tunicados y a la gran clase de las ascidiáceas.

Photo © Alessia Dallari



Los **tunicados** son invertebrados también llamados urocordados porque en ellos la cuerda dorsal está presente sólo en la parte caudal del cuerpo de las larvas, de aspecto similar a los renacuajos, mientras que en los adultos puede retroceder hasta desaparecer. Exclusivamente marinos, se subdividen en tres clases: Larvaceos, Taliaceos y Ascidiaceos. Su cuerpo está envuelto en un revestimiento correoso o gelatinoso, la túnica, hecho de una sustancia similar a la celulosa. En los adultos, la faringe se transforma en un órgano con una doble función: respiratoria y nutricional.

Los Tunicados son en su mayoría hermafroditas, pero las Taliacea pueden reproducirse también por gemación. Los tunicados más típicos del mundo submarino son las ascidias (por ejemplo, la Papa de Mar), que suelen tener dos aberturas correspondientes a los sifones de entrada y salida del agua, que filtran para extraer el oxígeno y el alimento, exactamente igual que las esponjas, y algunas ascidias coloniales se parecen vagamente a ellas por la presencia de muchos poros.

También son bastante comunes los tunicados planc-tónicos como las salpas, translúcidas y transparentes, que dan lugar a largas cadenas compuestas por individuos unidos entre sí.

En los **Vertebrados** la cuerda dorsal aparece típicamente transformada en una sucesión de piezas óseas resistentes, las vértebras que componen una columna vertebral, a la que se asocia un esqueleto interno o endoesqueleto que puede ser cartilaginoso u óseo.

En la actualidad, los Vertebrados cuentan con unas

Un banco de Sargos.
El Sargo rayado (*Diplodus vulgaris*)
pertenece al phylum de los
Cordados, al subphylum de los
Vertebrados, a la clase Osteichtes, al
orden Perciformes
y a la familia Sparidae.



45.000 especies divididas en siete clases: los Agnatos, los Condrictios y los Osteictios que conforman la superclase de los Peces, los Anfibios, los Reptiles, las Aves y los Mamíferos, todos ellos potencialmente relacionados, aunque en distinto grado, con el planeta sumergido.

La **Superclase de los Peces**, la más numerosa de los Vertebrados (más de 20.000 especies), está compuesta por animales acuáticos, caracterizados por un cuerpo con tendencia cónica e hidrodinámica, cubierto de escamas, con extremidades en forma de aletas divididas en pares (pectorales y ventrales) y desiguales (dorsales, caudales, anales), y respiración branquial. Su circulación es sencilla y su temperatura corporal depende de la temperatura exterior (animales heterotérmicos). Los Agnatos, Condrictios y Osteictios se agrupan según sus características anatómicas.

Los agnatos, a los que pertenecen las lampreas de mar, tienen un cuerpo cilíndrico, notocordio y un esqueleto cartilaginoso. No tienen ni siquiera aletas y las mandíbulas se reducen a un disco en forma de ventosa, dotado de placas córneas, por lo que también se les llama ciclóstomos.

Los Condrictios (tiburones y rayas) o selacios tienen un esqueleto cartilaginoso, están dotados de aletas pares y desiguales y mandíbulas con dientes que son escamas modificadas. Estos peces se distinguen por tener la piel cubierta de escamas ásperas (escamas placoides) que le dan un aspecto de papel de lija. Las hendiduras branquiales son en promedio cinco por lado y se abren



El Mero marrón (*Epinephelus marginatus*) pertenece al phylum de los cordados, subphylum de los Vertebrados, clase Osteichthes, orden Perciformes, y a la familia Serranidae y al género Mero.

Photo © Alessia Dirlitti



directamente hacia afuera sin un opérculo protector. En las rayas, las pastinacas y los torpedos que suelen vivir en el fondo, las branquias están en contacto directo con el sedimento, pero esto no dificulta la respiración porque el agua llega a estos órganos a través de un espiráculo, un orificio que se abre dorsalmente. La aleta caudal suele ser asimétrica, es decir, el lóbulo superior está más desarrollado que el inferior. Los sexos están separados y la fecundación es siempre interna. La reproducción es mayoritariamente vivípara, pero algunos tiburones pequeños (por ejemplo, el gatuzo) y las rayas se reproducen poniendo huevos.

Los Osteíctios incluyen a la mayoría de los peces y se caracterizan por un esqueleto óseo, aletas pares e impares y mandíbulas. Los peces óseos se diferencian de los condriictios no sólo por la diferente composición del esqueleto, sino también por tener la piel protegida o no por escamas más o menos finas, completamente lisas (escamas cicloides) o dentadas (escamas ctenoides), por tener las aletas sostenidas por radios óseos tanto rígidos (espiniformes) como flexibles (radios blandos) y por tener las branquias protegidas por una lámina ósea: el opérculo. Normalmente, los sexos están separados, pero hay peces hermafroditas. La fecundación es casi exclusivamente externa.

LOS REPTILES

Entre los reptiles marinos se encuentran las tortugas y las verdaderas serpientes de mar. Las tortugas se caracterizan por un caparazón óseo, dividido en carcaza o escudo (la parte superior) y plastrón (la parte inferior),

y por unas extremidades, especialmente las anteriores, bien adaptadas a la natación. Las tortugas tienen sexos separados, aunque sean difíciles de distinguir, y se reproducen mediante huevos que la hembra, la única que regresa periódicamente a tierra firme, pone en agujeros excavados en las playas más tranquilas y aisladas.

A diferencia de las tortugas, las serpientes de mar son un encuentro reservado a los buceadores que frecuentan las regiones costeras del Indo-Pacífico. Estos animales son similares en todo a las serpientes terrestres, de las que se diferencian por tener una cola apla-



Photo © Alessandro Grasso



nada para nadar mejor. Algunas especies llegan a tierra para poner los huevos, mientras que otras pasan toda su existencia en el mar.

Como curiosidad, podemos recordar, como pertenecientes a los Reptilianos, a las iguanas marinas de las Galápagos y a los cocodrilos marinos extendidos desde la India hasta las Islas Salomón.

LOS MAMÍFEROS

Los mamíferos marinos son demasiado conocidos como para no mencionarlos al menos. A esta clase pertenecen los cetáceos (delfines, ballenas, rorcuales aliblanco y orcas), los pinnípedos (focas, leones marinos) y las sirenas (manatíes y dugongos).

08. LOS AMBIENTES TROPICALES

La principal característica de los ambientes tropicales es sin duda la presencia de madréporas (género de corales pétreos, que a menudo se encuentran formando arrecifes o islas en lugares tropicales). Aunque en estas aguas encontramos todos los hábitats sumergidos que ya conocemos (fondos arenosos, cuevas, praderas submarinas, lagunas salobres, paredes rocosas), no cabe duda de que los arrecifes son la parte predominante y más fascinante de los mares tropicales. Pero... ¿qué es un arrecife? Para averiguarlo, es necesario proceder paso a paso porque hay muchas cosas que saber sobre este interesante y delicado entorno.

Los arrecifes, el nombre más utilizado por los buceadores para indicar las formaciones coralinas, ocupan una superficie de unos 600.000 kilómetros cuadrados, principalmente entre las líneas de los trópicos y entre la superficie y una profundidad de 30 metros/100 pies. Evidentemente, se trata de límites medios porque explorando el mundo submarino se pueden encontrar madréporas mucho más allá de la línea de los trópicos y a profundidades en los límites de la curva de seguridad.

Sin embargo, los límites indicados son los que incluyen la mayor parte de los arrecifes y ello por una razón muy precisa: a las madréporas les encantan las aguas cálidas. De hecho, estos organismos apenas crecen en



Photo © Alessandro Grasso



zonas donde la temperatura media del agua en los meses de invierno es inferior a 18-20°C/65-68°F.

El desarrollo de los corales (otro término que se utiliza cuando se habla de arrecifes, aunque madreporas y corales no sean sinónimos) está por tanto influenciado por la temperatura, aunque no sólo por ella. Para que un arrecife se desarrolle es necesaria una salinidad constante (34-37 por mil, es decir, 34-37 gramos de sales por kilogramo de agua), no deben existir aportes de agua dulce cercanos, y deben contar con una buena transparencia, así como la presencia de sustratos duros que favorezcan el arraigo de las larvas de madréporas, animales típicos de los fondos duros.

Si las condiciones descritas se presentan por un periodo de tiempo suficiente, entonces se obtendrá el lento desarrollo de un arrecife. Pero dicho término es demasiado genérico para darnos cuenta de las diferencias que existen entre el arrecife coralino, o arrecife como se quiera llamar, del Mar Rojo y un atolón de las Maldivas o un tramo de la Gran Barrera Australiana. Según su origen y forma, los arrecifes se dividen en arrecifes de rompiente, atolones y arrecifes de plataforma. Sin embargo, a pesar de que cada tipo tiene características peculiares, todos están creados por una única unidad: el pólipo de coral.

Esta estructura viviente, el pólipo, constituye el bloque fundamental (como un ladrillo) de construcción de todos los arrecifes y consiste básicamente en una parte blanda y otra dura.

El primero es el pólipo propiamente dicho, una especie de bolsa de fondo cerrado unida a la base, con la abertura hacia arriba y rodeada de 6 tentáculos filiformes y no pinzados (son dos diferencias importantes que permiten distinguir las verdaderas madreporas de los corales rojos o las gorgonias). En las madréporas, el pólipo está contenido en una dura cáscara protectora (coralite) de carbonato de calcio que tiene aproximadamente la forma de un cáliz y es producida por el propio pólipo. A su vez, los cálices simples se unen dando lugar a colonias de forma variable según la especie de



Photo © Alessandro Grasso

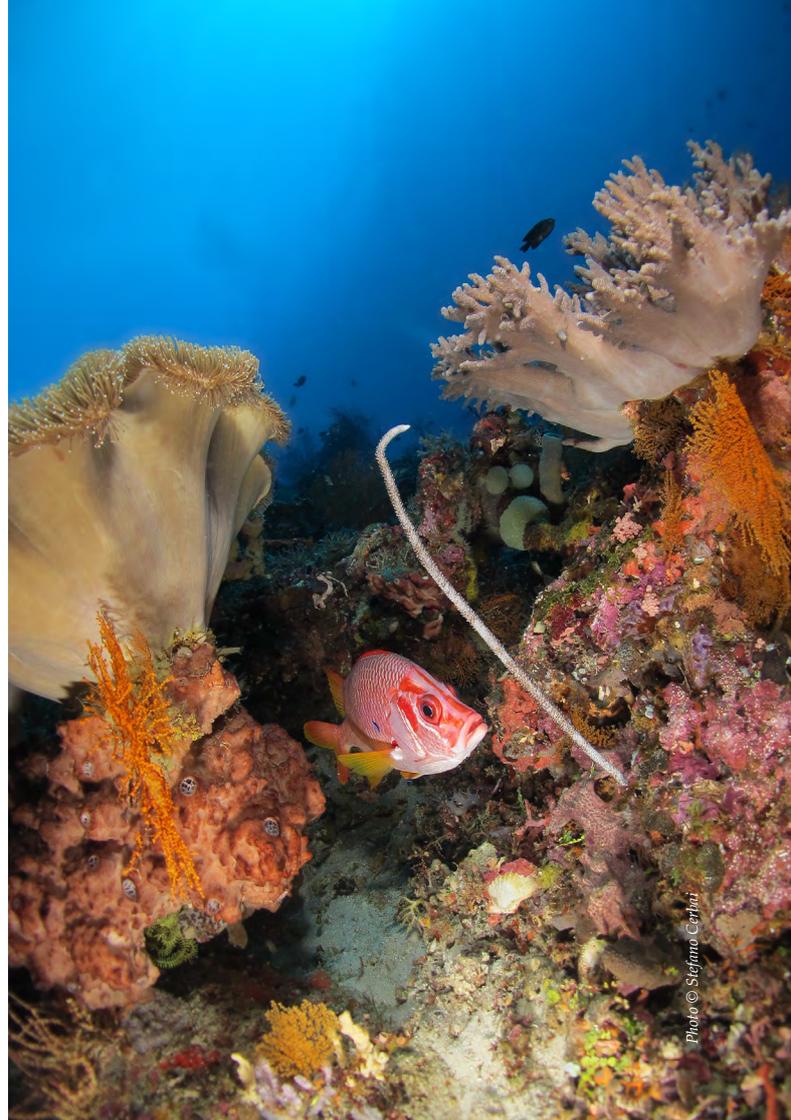


madrépora considerada. Estas colonias (ramificadas, masivas, globulares, aplanadas, digitiformes o similares a columnas según la especie y el medio) son capaces de alcanzar dimensiones colosales como las madreporas cerebro, capaces de cubrir varios metros cuadrados de fondo, o las acróporas en forma de paraguas capaces de ocultar a un buceador sin problemas.

Estos corales, capaces de generar arrecifes, se denominan corales hermatípicos, es decir, constructores, y siempre suelen estar asociados a microalgas (zooxantelas), cuya existencia es esencial para la vida de las madreporas, como demuestra el fenómeno del "Blanqueamiento del Coral" a nivel global (causado en parte al calentamiento de los océanos), que se debe a la pérdida de algas simbióticas y la consiguiente muerte de los pólipos.

El proceso de producción del cáliz comienza tan pronto como el primer pólipo de una colonia se asienta en un sustrato adecuado, generalmente rocoso, y continúa durante toda la vida de la colonia, incluso si sólo los pólipos exteriores están vivos mientras que los de abajo, ahora convertidos en roca calcárea pura, sólo sirven de soporte.

El hecho que toda la parte coralina viviente de un arrecife esté formada por una delgada capa de organismos constituye (o tendría que constituir) un motivo para reflexionar sobre la fragilidad intrínseca de estos maravillosos ecosistemas y sobre la necesidad de acercarse a los mismos con respeto y cuidado, como recomienda SNSI como agencia de enseñanza.





CÓMO SE DIVIDEN LOS ARRECIFES

Los arrecifes de rompiente o escollera constituyen la mayoría de las formaciones coralinas (son comunes en el Caribe y también se encuentran en Asia y en el Mar Rojo) y consisten en una franja de corales paralela a la costa que puede dividirse en dos partes principales: un arrecife interior y otro exterior.

La parte interior que da a la costa es generalmente plana y pobre en especies, especialmente hacia la orilla, donde las condiciones ambientales suelen ser difíciles para los corales, mientras que la parte exterior, donde el crecimiento de las madréporas es más activo, puede expandirse hasta formar un arrecife de hasta varios kilómetros de longitud. La parte exterior incluye una primera franja menos profunda en la que suelen abundar los

corales de fuego y las especies que soportan la exposición a la luz solar y al posible contacto con el aire libre en marea baja.

Más allá de esta franja, se desarrollan los arrecifes madreporicos más ricos, gracias a unas condiciones más favorables y a la influencia del mar abierto, cuyo desarrollo hacia abajo depende de la estructura del fondo marino en el que se han asentado los corales, mientras que su desarrollo hacia el mar abierto está ligado principalmente a la profundidad del fondo marino y a la disponibilidad de sustratos adecuados para el coral. Así pues, un arrecife de rompiente puede tener una inclinación clara hacia abajo, hundiéndose cientos de metros en el azul, de los cuales sólo unas decenas están cubiertos por madréporas vivas, o tener un perfil más regular con terrazas interrumpidas por mesetas arenosas más o menos anchas.

También es necesario recordar que la estructura de un arrecife, independientemente de su tipología básica, está destinada a ser ampliamente modificada por la mecánica de los movimientos del agua (olas y corrientes), por la velocidad de desarrollo de los corales y por las múltiples interacciones que se crean de forma natural entre todos los organismos del arrecife y entre éstos y el medio acuático circundante. De este modo, se formarán cuevas, corredores arenosos, cañones, grietas, que no sólo aumentarán los hábitats del arrecife, sino que favorecerán la proliferación de más y más formas de vida y con ello también aumentan los motivos de interés para nosotros los buceadores.



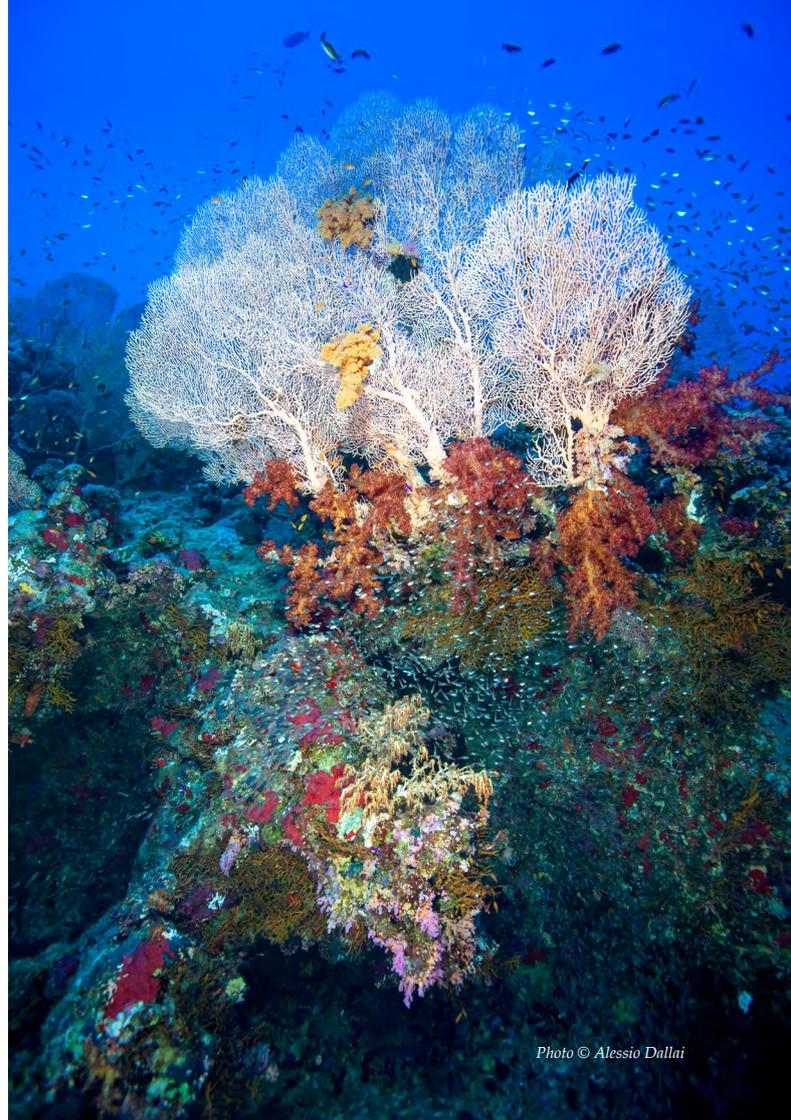
Photo © Alessio Dallai



Los arrecifes de plataforma son formaciones corallinas que se encuentran frente a las costas, pero cuyo desarrollo es mucho mayor que el de los arrecifes de rompiente, como es el caso de la barrera de Coral Australiana. Los arrecifes de plataforma también se encuentran en otras zonas del Pacífico (por ejemplo, Papúa Nueva Guinea, Fiyi o en el Atlántico tropical en Belice o las Bahamas).

Los arrecifes de plataforma surgen en las formaciones rocosas de los márgenes de las plataformas continentales, por lo que pueden desarrollarse ampliamente y en todas las direcciones, al menos mientras las condiciones para el asentamiento y desarrollo de las madrepóras sigan siendo favorables.

Debido al curso y la estructura de la plataforma continental, las barreras que se encuentran sobre ella suelen tener un aspecto muy articulado con canales, pequeños atolones, lagunas y arrecifes más pequeños que corren paralelos entre sí y luego se fusionan en un extremo para formar un arco de arena blanca. Incluso en estos arrecifes es evidente la acción de los vientos, las corrientes y las olas, que determinan la existencia de un lado interior más protegido y un lado exterior marcado casi siempre por una línea blanca de olas rompientes. En caso de fuertes marejadas o tormentas, la acción de los elementos de éstas es capaz de cambiar bruscamente el aspecto del arrecife, creando localmente grietas o acumulaciones de coral que pueden dar lugar a nuevas islas o nuevos canales destinados a cambiar el juego de las corrientes y modelar aún más la forma del arrecife.



El tipo de arrecife más clásico y exótico sigue siendo el del atolón, una formación coralina que bordea una laguna central. Los atolones sólo aparecen en entornos oceánicos en antiguos cráteres volcánicos sumergidos.

El origen de los atolones fue estudiado y explicado por Darwin, cuya teoría es hoy reconocida como la más válida. Según Darwin, y según todos los estudiosos que vinieron después, los atolones se originaron a partir de un primitivo arrecife de rompientes que se asentó en las costas de las islas volcánicas. El progresivo hundimiento de la isla favoreció el desarrollo de los corales, que poco a poco fueron formando un anillo continuo alrededor del cono volcánico, cada vez más cerca de la superficie del mar. Tras la desaparición de la isla volcánica por inmersión, en su lugar quedó un grueso cinturón de corales de forma más o menos circular que rodeaba una laguna.

Los instrumentos de investigación modernos han confirmado la teoría anterior al identificar un basamento volcánico enterrado bajo miles de metros de formaciones coralinas fósiles en cada atolón. Esto no debe sorprender porque el tiempo necesario para el nacimiento de un atolón debe medirse en millones de años, perfectamente compatible con los ritmos de crecimiento de los corales en general (unos pocos centímetros al año) y los fenómenos de subsidencia (progresivo hundimiento de una superficie), es decir, el hundimiento de las islas volcánicas.

VIDA EN LOS ARRECIFES

Ambientes fascinantes y complejos, los arrecifes no





se prestan a la síntesis y requerirían volúmenes de libros dedicados exclusivamente a ellos. Una vez descritos en las páginas anteriores los tipos de arrecifes y las características esenciales de los corales, los elementos más distintivos, puede ser útil hacer una breve descripción de la vida en su conjunto en lugar de un tratamiento sistemático de todos los grupos zoológicos y botánicos de los arrecifes de coral, lo que puede convertirse en el punto de partida para una lectura más profunda y observaciones personales.

En apariencia caótico, el mundo del arrecife aparece tras unas cuantas inmersiones en la misma pared, como un mundo en el que los factores biológicos y de comportamiento actúan de forma ordenada para regular la distribución y la sucesión de las poblaciones.

Una de las reglas más importantes en este hábitat es la de comer sin ser comido. A este imperativo no escapan los corales, aparentemente inofensivos, pero dotados de temibles armas consistentes principalmente en baterías de células urticantes repartidas en tentáculos. Armas similares poseen las grandes anémonas y los corales de fuego (hidroides y no madreporicos), capaces de causar daños incluso a los humanos. Las gorgonias también están bien defendidas, con formaciones calcáreas afiladas dispersas en sus tejidos para disuadir a quienes las atacan para alimentarse y superar las defensas que representan las secreciones repelentes.

Las esponjas tienen las mismas defensas, pero son atacadas por nudibranchios y peces cirujanos, seres completamente inmunes a estos elementos disuasos-





Photo © Alessio Dallari

rios. Los moluscos y crustáceos recurren a fuertes corazas para evitar la depredación, o bien recurren a un elaborado camuflaje que los oculta perfectamente entre los desfiladeros del arrecife. También los vivos colores y llamativas “apariencias” de muchos peces son en realidad medios de defensa. Las vívidas manchas negras en la parte posterior de muchos peces mariposa son en realidad ojos falsos para que los depredadores se confundan al atacarlos, mientras que las rayas disgregan el contorno general del pez entre los corales al igual que las rayas blancas y negras de las cebras o las rayas de los tigres en superficie.

Las formas de los animales también pueden enseñarnos mucho. Si, por ejemplo, pólipos, anémonas, actinias, ceriántidos son en general circulares para suplir a su inmovilidad y estar preparados a recoger la comida de cualquier parte que llegue, una técnica copiada también por seres mucho más evolucionados como los crinoideos o las estrellas canasta, equinodermos especializados provistos de decenas y decenas de brazos plumosos; los peces por su parte conjugan sabiamente forma y estrategias para su alimentación.

Las serpenteantes morenas logran penetrar sin esfuerzo en todas las grietas del arrecife mientras los peces ángel y los peces mariposa, de cuerpos altos y comprimidos, pueden realizar maniobras entre los corales nutriéndose a menudo de sus pólipos.

Las rayas, las pastinacas y los lenguados han optado por vivir en el fondo marino, aplanando sus cuerpos para poder adaptarse a vivir entre los sedimentos sin





ningún problema, al igual que el pez cocodrilo o el pez lagarto, que se mantienen al acecho en la arena o bajo ella, dejando sólo los ojos o la boca en evidencia. Los maestros del camuflaje son también los peces escorpión, desde los similares a las especies del Caribe o del Mediterráneo hasta los mucho más hábiles y peligrosos peces piedra.

Perfectos cazadores, pero con adaptaciones totalmente opuestas, son los carángidos (jureles, palometas y medregales) y las barracudas, con sus cuerpos largos, fusiformes, hidrodinámicos y poderosos, como corresponde a los verdaderos merodeadores. Pero las adaptaciones no terminan aquí. Observado de cerca, cada pez e invertebrado revela alguna característica que lo hace especial. A veces se trata de su forma de nadar o de la forma de su boca, que se transforma en un largo tubo para succionar a sus presas, o en unas formidables y robustas mandíbulas capaces de triturar valvas y corales como si fueran caramelos, o bien interviene todo el cuerpo, como en el caso de los peces cofre, auténticos peces acorazados con aletas, o los peces globo, que, cuando son atacados, sorprenden a sus agresores cambiando de volumen y levantando barreras de espinas.

También las relaciones sociales son las más variadas. Además de las especies territoriales como los peces damisela y/o los peces payaso y muchos lábridos y meros, hay peces que vagan de un punto a otro del arrecife en busca de alimento o de una pareja para reproducirse. Otros se mueven sólo en cardúmenes para defenderse mejor o para explotar mejor los recursos alimenticios,





ya sean nubes de plancton invisible u otros peces.

La nutrición y las relaciones sociales, la defensa y la reproducción se alternan y superponen con los ritmos dictados por la salida y la puesta del sol. Bucear de noche en un arrecife significa descubrir un mundo muy diferente al iluminado por los rayos del sol. Muchos peces, empezando por los loros y lábridos, siempre visibles durante el día, han desaparecido, escondiéndose entre los corales o enterrados bajo la arena.

También desaparecen los peces mariposa, dejando espacio a los peces sargento rojo y a los peces ardilla, que durante las horas del día ocupan permanentemente cuevas y hendiduras oscuras. A ellos se unen las morenas, los peces de cristal, los priacántidos y los peces cardenal, que se dedican principalmente a cazar otros peces, plancton, crustáceos y moluscos. El mundo de

los invertebrados también cambia. El ascenso del rico plancton profundo hace expandir los pólipos de los corales mientras los corales blandos y los corales del tipo oreja de elefante (*Sarcophyton trocheliophorum*) rehinchan sus esqueletos hidrostáticos multiplicando sus dimensiones. Las gorgonias, también con la misma estrategia, dejan que sus minúsculos pólipos florezcan haciendo impenetrables sus abanicos, sobre los que se apoyan los crinoideos para extender sus brazos plumosos en la corriente.

Incluso los fondos arenosos, poco vistosos de día sino fuera por las rayas, los gobios de fuego, las anguilas de la arena o los peces cocodrilo, se llenan de decenas de especies durante la noche. Los erizos diadema, ya no bloqueados por la luz, revelan insospechadas dotes de caminadores, mientras sobre los sedimentos aparecen los largos surcos que distinguen los recorridos de caza de los cónidos, moluscos de colores fascinantes, pero con destacadas dotes de envenenadores puesto que poseen dardos venenosos que saben lanzar con gran precisión para capturar los peces y otros organismos de los cuales se alimentan.

En el arrecife, la vida y la muerte adquieren elegantes apariencias. No tocar lo que no se conoce no es sólo una regla ecológica, sino también una regla que hay que respetar por nuestra propia seguridad al bucear.

09. CONCLUSIÓN

Al final del curso hemos adquirido una serie de conocimientos que nos han permitido entender cómo



Photo © Alessio Dalia



adentrarnos en este maravilloso mundo subacuático, recordando que somos huéspedes en un entorno que no es el nuestro, y que si no recordamos y no ponemos en práctica lo aprendido durante el curso podemos vernos perjudicados. El final del curso puede ser el comienzo de la aventura que nos dará la oportunidad de conocer nuevos países, diferentes culturas, socializando con otras personas que tienen la misma pasión.

Recordando, sin embargo, que es el inicio del camino que nos llevará a convertirnos en buceadores y, será poniendo en práctica los conocimientos del curso, realizando un mayor número de inmersiones, continuando la formación con cursos SNSI del siguiente nivel, que podrás conseguir esa sensación de confort en el agua que se produce tras ganar experiencia.

La aventura comienza ahora, dependerá de ti mismo hacerla durar el mayor tiempo posible, no hay límite, cuanto más inmersiones realices, más lo disfrutarás, y más oportunidades tendrás de compartir con otros las maravillosas sensaciones que obtendrás del buceo.

¡Que tengas un buen viaje y Dive Up Your Life!



Mira el Video
de la Sesión de Agua #5

PREGUNTAS DE REPASO CAPÍTULO 6

1. Se consideran inmersiones en aguas frías las realizadas en aguas con temperaturas de:
 - 21°C / 70°F.
 - 20°C / 68°F.
 - 29°C / 84°F.
2. Las olas son causadas por el viento que sopla sobre la superficie del agua.
 - Verdadero.
 - Falso.
3. Las corrientes están causadas por varios factores, como la morfología del fondo marino y las mareas.
 - Verdadero.
 - Falso.

Dive Up Your Life
www.scubasnsi.com

Continúa tu Aventura



Un paso a la vez



El Buceador Avanzado



El Completo y Avanzado



¡Te llevamos donde quieras ir!

Un Sistema Educativo
Dinámico y Moderno para Bucear.



www.scubasnsi.com



Con un solo Respiro



www.scubasnsi.com

Photo © Alessio Dallai

SeaTizen

BRIDGING PEOPLE TO OCEANS



Quiénes Somos

SeaTizen es una asociación internacional sin fines de lucro dedicada a **salvaguardar**, administrar y promover el patrimonio natural, histórico y cultural de los ambientes marinos.

Qué Hacemos

Transformar a los usuarios del mar en **Ciudadanos del Mar** "Sea Citizens", promoviendo su participación en la conservación y gestión del medio marino..

Conciencia Ambiental

Involucrar a las personas en **actividades prácticas** para aumentar su conciencia y **educación ambiental** y proporcionarles el conocimiento y las herramientas para que sean **promotores** eficaces del desarrollo sostenible.

Crecimiento Azul

El turismo marino es una fuerza impulsora para el desarrollo sostenible de las zonas costeras. SeaTizen quiere fomentar la **creación de zonas costeras protegidas** donde se conserva la biodiversidad y las actividades humanas desarrolladas de manera sostenible.

Misión

Lograr una **gestión ambiental beneficiosa** para todos, en la que se preserve el medio ambiente y, su preservación, promueva el crecimiento económico y social de las actividades humanas.

Suscríbete en www.seatizen.eu

La Aventura continua:

➔ Master Buoyancy & Trim Diver



➔ Advanced Adventure Diver



➔ Advanced Open Water Diver



➔ Recreational Nitrox Diver



➔ Dry Suit Diver



ISO24801-2:2014 - Level 2: Autonomous Diver



© Copyright SNSI 2021. All rights reserved.